Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Teknik Tanah dan Air

Irigasi dan Drainase

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

KELAS X		KELAS XI		KELAS XII	
SEMESTER 1	SEMESTER 2	SEMESTER 3	SEMESTER 4	SEMESTER 5	SEMESTER 6
C1 : DASAR BIDANG KEAHLIAN					
FISIKA 1	FISIKA 2	FISIKA 3	FISIKA 4		
KIMIA 1	KIMIA 2	KIMIA 3	KIMIA 4		
BIOLOGI 1	BIOLOGI 2	BIOLOGI 3	BIOLOGI 4		
C2 : DASAR PROGRAM KEAHLIAN					
TENAGA PENGGERA K 1	TENAGA PENGGERA K 2				
GAMBAR TEKNIK 1	GAMBAR TEKNIK 2				
ILMU BHN TEKNIK 1	ILMU BHN TEKNIK 2				
C3 : PAKET KEAHLIAN					
PAKET KEAHLIAN 1 : ALAT MESIN PERTANIAN					
		TRAKTOR PERTANIAN 1	TRAKTOR PERTANIAN 2	TRAKTOR PERTANIAN 3	TRAKTOR PERTANIAN 4

		ALSIN BUD PERTANIAN 1	ALSINBUD PERTANIAN 2	ALSINBUD PERTANIAN 3	ALSIN BUD PERTANIAN 4
		ALSIN PAS-CA PANEN 1	ALSINPAS-CA PANEN 2	ALSINPAS-CA PANEN 3	ALSIN PAS-CA PANEN 4
		PERAWAT-AN ALSIN 1	PERAWAT-AN ALSIN 2	PERAWAT-AN ALSIN 3	PERAWAT-AN ALSIN 4
PAKET KEAHLIAN 2 : TEKNIK TANAH DAN AIR					
		PEMETAAN LAHAN PERTANIAN 1	PEMETAAN LAHAN PERTANIAN 2	PEMETAAN LAHAN PERTANIAN 3	PEMETAAN LAHAN PERTANIAN 4
		IRIGASI DAN DRAINASE 1	IRIGASI DAN DRAINASE 1	IRIGASI DAN DRAINASE 2	IRIGASI DAN DRAINASE 2
		PENGELOLAAN TANAH PERTANIAN 1	PENGELOLAAN TANAH PERTANIAN 2	PENGELOLAAN TANAH PERTANIAN 3	PENGELOLAAN TANAH PERTANIAN 4

GLOSARIUM

Basin irrigation adalah sistem irigasi berupa cekungan, seperti system irigasi di sawah.

Furrow irrigation adalah sistem irigasi yang cara pemberian airnya melalui parit-parit.

Wild flooding adalah sistem irigasi permukaan dimana air digenangkan pada suatu daerah yang luas, sehingga permukaan tanah menjadi tergenang yang cukup tinggi, sehingga daerah pertanaman akan cukup sempurna dalam pembasahannya.

Free flooding irrigation adalah sistem irigasi permukaan dimana daerah yang akan diairi dibagi dalam beberapa bagian atau petak, dan kemudian air dialirkan dari bagian yang tinggi ke bagian yang rendah.

Check flooding Irrigation adalah sistem irigasi permukaan dimana air dari tempat pengambilan atau sumber air dimasukkan ke dalam selokan atau saluran, dan kemudian dialirkan pada petak-petak yang kecil.

Border strip Irrigation adalah sistem irigasi permukaan dimana lahan pertanian yang akan diairi dibagi-bagi dalam luas yang kecil dengan galengan berukuran 10 x 100 m^2 sampai 20 x 300 m^2 dan air dialirkan ke dalam tiap petak melalui pintu-pintu.

Run off adalah aliran permukaan, sisa air hujan atau irigasi yang tidak dapat masuk ke dalam tanah dan mengalir di permukaan lahan.
Infiltrasi adalah proses masuknya air ke dalam tanah.

Hidrologi adalah ilmu tentang keairan.

Topografi adalah tinggi rendahnya permukaan tanah

Excess rainfall adalah curah hujan berlebih, yaitu curah hujan yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman, karena kelebihan.

Evaportanspirasi adalah proses kehilangan air melalui tanah dan bagian-bagian tanaman.

Dependable flow adalah debit andalan yaitu debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi.

Landform adalah potret bentuk tanah yang memiliki relief mikro dengan bentuk fisik yang jelas, hal ini akan langsung menentukan tata letak dan lokasi saluran irigasi, saluran pembuang dan jalan.

Reservoir atau Waduk adalah bangunan yang digunakan untuk menampung air irigasi pada waktu terjadi kelebihan air di sungai agar dapat dipakai sewaktu-waktu terjadi kekurangan air.

Drainase adalah pembuatan dan pengoperasian suatu sistem dimana aliran air dalam tanah diciptakan sedemikian rupa sehingga baik genangan maupun kedalaman air tanah dapat dikendalikan sehingga bermanfaat bagi kegiatan usahatani.

Herringbone system adalah system darinase yang terdiri dari pipa saluran drainase lateral yang diletakan secara parallel dan terhubung dengan pipa utama dengan membuat sudut tertentu, biasanya dari kedua sisi.

Sistem Gridiron adalah sistem drainase yang terdiri dari pipa–pipa saluran drainase lateral yang diletakkan secara paralel dan terhubung dengan pipa utama secara tegak lurus, biasanya dari satu sisi.

*Sistem Drainase Intersepsi adalah s*istem drainase yang dapat menampung rembesan air yang mengalir ke lahan yang terletak lebih rendah atau di bagian bawah.

Static Suction Lift adalah tinggi isap static adalah jarak vertikal dari poros pompa ke muka air sumber.

Total Suction Lift adalah umlah dari tinggi isap statik dengan semua kehilangan energi pada pipa isap (pipa, saringan dan klep kaki) ditambah dengan velocity head pada pipa isap.

*Static Discharge Head adalah t*inggi tekan static adalah jarak vertikal dari poros pompa ke elevasi muka air yang keluar dari pompa.

Friction Head adalah head ekuivalen dinyatakan dalam meter kolom air untuk menanggulangi gesekan aliran dalam pipa.

Water horse power adalah tenaga teoritis yang diperlukan untuk memompa air dengan debit dan tinggi head tertentu.

Water hammer atau kavitasi adalah kondisi dimana terjadinya gelembung udara di dalam pompa akibat kurangnya NPSHa (terjadi vaporisasi) dan pecah pada saat bersentuhan dengan sudu-sudu atau casing.

Overhead irrigation adalah sistem irigasi sprinkler yang cara pemberian air dilakukan dari bagian atas tanaman menyerupai hujan.

Farm sistem irrigation adalah sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk suatu luas lahan dan merupakan satu-satunya fasilitas pemberian air irigasi.

Field sistem irrigation adalah sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk dipasang di beberapa lahan pertanian dan biasanya dipergunakan untuk pemberian air pendahuluan pada lokasi persemaian.

Incomplete farm irrigation sistem adalah sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk dapat diubah dari farm sistem menjadi field sistem atau sebaliknya.

Sprinkler Hop Sistem atau sistem irigasi geser adalah sistemirigasi ditempatkan pada posisi berselang seling sepanjang lateral.

Point source emitter adalah jenis penetes yang di pasang dengan spasi yang renggang dan mempunyai debit yang relatif besar.

Line source emitter adalah jenis penetes yang dipasang dengan spasi yang lebih rapat dan mempunyai debit yang kecil.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Mata Pelajaran Irigasi dan Drainase -2 ini disusun untuk membantu peserta diklat dalam mempelajari dan melakukan praktik tentang Irigasi dan Drainase sesuai kompetensi dasar yang diharapkan dalam kurikulum 2013 kelas XII. Buku ini merupakan salah satu dari 2 rangkaian buku untuk kelas XI dan XII yang memilih Paket Keahlian Teknik Tanah dan Air.

Buku Mata Pelajaran Irigasi dan Drainase -2 terdiri dari 6 kegiatan pembelajaran yang disusun secara runtut mengikuti struktur kompetensi dasar. Teknis pelaksanaan pembelajaran di sekolah, guru/peserta didik dapat menggabungkan Buku Mata Pelajaran Irigasi dan Drainase 1 dan 2.

Pembahasan pada setiap kegiatan pembelajaran dalam buku ini, terdiri dari: Tujuan Pembelajaran; Uraian Materi; Rangkuman; Tugas; Tes Formatif; Kunci jawaban; dan Lembar Kerja. Hal ini diharapkan dapat memupuk keingintahuan peserta didik tentang topik yang akan dibahas, berpikir kritis. Dengan model pengorganisasian seperti ini, diharapkan peserta didik mendapatkan kemudahan untuk melatih kompetensinya terkait dengan mata pelajaran Irigasi dan Drainase.

Pada akhir buku ini delengkapi dengan Evaluasi Attitude Skills; Kognitif Skills; dan Psikomotorik Skills. Dengan cara ini, diharapkan pada diri peserta didik tumbuh kompetensi pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik sesuai dengan yang diharapkan dalam pembelajaran pengelolaan tanah pertanian.

B. Prasyarat

Untuk mempelajari buku teks Irigasi dan Drainase -2 ini tidak diperlukan prasyarat teknis tertentu. Namun akan lebih baik apabila Anda sudah memahami konsep kimia dan biologi dan sifat fisik tanah.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Bacalah dan pahamilah buku teks ini secara berurutan dari Halaman Sampul sampai Lembar Cek Kemampuan Awal.
2. Setelah Anda mengisi Check Kemampuan Awal, nilailah diri Anda sendiri, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari buku teks ini? Apabila Anda menjawab tidak, maka pelajari buku teks ini.
3. Pelajari materi buku teks ini untuk setiap Kegiatan Pembelajaran, dari Deskripsi sampai sampai Refleksi. Untuk urutannya bisa dikonsultasikan dengan guru pembimbing. Apabila ada materi yang belum bisa dipahami, Anda bisa menanyakan kepada guru pembimbing.
4. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam buku teks ini agar kompetensi Anda berkembang.
5. Untuk meningkatkan kompetensi keterampilan, kerjakan Lembar Kerja. Perhatikan Keselamatan Kerja
6. Jawablah Tes Formatif
7. Bersama dengan guru pembimbing dan teman sejawat, lakukan penilaian kompetensi Anda.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari kompetensi ini, diharapkan peserta didik mampu melaksanakan kegiatan Irigasi dan Drainase, bila disediakan sumber informasi,

lahan praktek, alat dan bahan serta fasilitas pengelolaan tanah dan perangkat pendukung lainnya.

Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
    a. Meyakini pengetahuan pengelolaan tanah pertanian sebagai anugerah Tuhan harus dikuasai dan ilmunya dapat dimanfaatkan untuk kepentingan hajat hidup orang banyak.
2. Menghayati dan mengamalkan prilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam bertinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
    a. Menghayati sikap cermat dan teliti dalam memahami kegiatan dalam pembelajaran Irigasi dan Drainase.
    b. Menunjukkan sikap disiplin dan tanggung jawab dalam mengikuti langkah kerja sesuai dengan praktik Irigasi dan Drainase.
    c. Menghayati pentingnya kepedulian terhadap lingkungan melalui kegiatan yang berhubungan dengan pembelajaran Irigasi dan Drainase.
    d. Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab melakukan kegiatan dalam pembelajaran Irigasi dan Drainase .
3. Memahami, menerapkan dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan meta kognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah;
    a. Sistem Irigasi Permukaan.
    b. Sistem Drainase Lahan Pertanian.
    c. Pengoperasian Pompa Irigasi.

d. Sistem Irigasi Sprinkler.
e. Sistem Iriggasi Tetes.
f. Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman.

4. Mencoba, mengolah, merakit dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan kaidah keilmuan dan kejuruan di bawah pengawasan langsung.

   a. Menyimpulkan Sistem Irigasi Permukaan.
   b. Mempresentasikan Sistem Drainase Lahan Pertanian.
   c. Mempresentasikan Pengoperasian Pompa Irigasi
   d. Mempresentasikan Sistem Irigasi Sprinkler
   e. Mempresentasikan Sistem Irigasi Tetes
   f. Menyimpulkan Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman

E. Cek Kemampuan Awal

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Anda sudah memahami peranan Sistem Irigasi Permukaan dalam Bidang Pertanian ?		
2.	Apakah Anda dapat menganalisis Sistem Drainase Lahan Pertanian?		
3	Apakah Anda mampu menganalisis Pengoperasian Pompa Irigasi?		
4	Apakah Anda dapat Membuat Sistem Irigasi Sprinkler ?		
5.	Apakah Anda dapat Membuat Sistem Irigasi Tetes?		
6.	Apakah Anda sudah dapat menganalisis hubungan air irigasi dan produksi tanaman ?		

Apabila Anda menjawab “TIDAK” pada salah satu pertanyaan di atas, pelajarilah modul ini. Apabila Anda menjawab “YA” pada semua pertanyaan, maka lanjutkanlah dengan mengerjakan evaluasi yang ada pada modul ini.

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 7. Sistem Irigasi Permukaan

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan berisikan 5 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengertian Sistem Irigasi Permukaan, (2) Perancangan Sistem Irigasi Permukaan, (3) Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan, (4) Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi Permukaan (5) Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan, diharapkan Anda dapat;

(1) Menganalis Pengertian Sistem Irigasi Permukaan.
(2) Menganalis Parameter Perancangan Sistem Irigasi Permukaan,
(3) Menganalis Komponen-Komponen Sistem Irigasi Permukaan,
(4) Menganalisa Perancangan Sistem Irigasi Permukaan
(5) Menganalisis Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan

2. Uraian Materi

Sistem Irigasi Permukaan

Perhatikan sistem irigasi pada gambar berikut ini. Apa yang dapat Anda katakan dengan sistem irigasi ini.

Gambar 1. Sistem Irigasi Permukaan

Pengertian Sistem Irigasi Permukaan

Irigasi permukaan merupakan cara pemberian air yang tertua dan paling umum digunakan. Cara pemberian air dengan cara ini sering juga disebut dengan *irigasi penggenangan*, karena dengan cara ini air irigasi yang diberikan di lokasi tertentu, dibiarkan mengalir bebas di atas permukaan lahan, dan kemudian air akan mengisi daerah perakaran tanaman. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan sistem irigasi curah dimana air didistribusikan ke lahan melalui pipa bertekanan, dan sistem irigasi tetes, dimana air diberikan melalui penyiram atau penetes ke permukaan.

Dengan menggunakan sistem irigasi permukaan, air diberikan secara langsung melalui permukaan tanah dari suatu saluran atau pipa yang memiliki tinggi permukaan airnya lebih tinggi dari elevasi lahan yang akan diairi, biasanya sekitar 10-15 cm. Air irigasi akan mengalir di permukaan tanah dari pangkal ke ujung lahan dan meresap ke dalam tanah membasahi daerah perakaran tanaman. Syarat penting untuk mendapatkan sistem irigasi permukaan yang efisien adalah perencanaan sistem distribusi air untuk dapat mengendalikan aliran air irigasi dengan perataan lahan yang baik, sehingga penyebaran air seragam ke seluruh petakan.

Pada prinsipnya rancangan sistem irigasi permukaan adalah merancang beberapa parameter sehingga didapatkan waktu kesempatan berinfiltrasi yang relatif seragam dari pangkal sampai ke ujung lahan. Umumnya di bagian pangkal, air akan lebih banyak air meresap daripada bagian ujung petakan lahan, sehingga didapatkan efisiensi pemakaian air yang kecil.

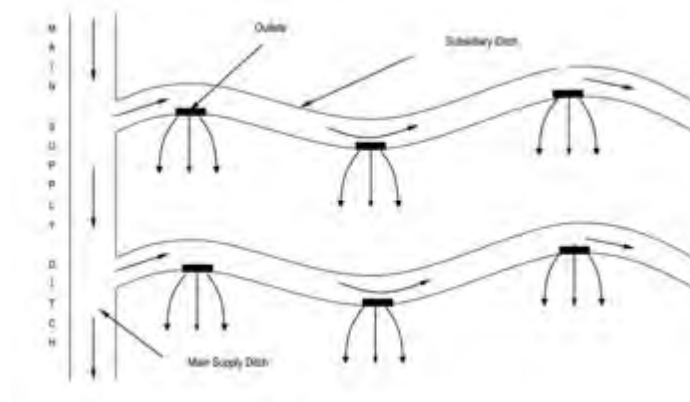
Prosedur pelaksanaan irigasi dalam irigasi permukaan adalah dengan menggunakan debit yang cukup besar, maka aliran akan mencapai bagian ujung secepat mungkin, dan meresap ke dalam tanah dengan merata. Setelah atau sebelum mencapai bagian ujung, aliran masuk dapat diperkecil debitnya sampai sejumlah air irigasi yang diinginkan sudah diresapkan. Pasokan aliran air dihentikan dan proses resesi sepanjang lahan akan terjadi sampai proses irigasi selesai.

Sistem irigasi permukaan telah berkembang luas dan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu (1) irigasi basin (basin irrigation), (2) irigasi border (border irrigation), (3) irigasi alur (furrow irrigation), dan (4) penggenangan bebas. Perbedaan antara berbagai jenis irigasi di atas sering bersifat subyektif. Irigasi penggenangan adalah menangkap semua kategori untuk situasi di mana air hanya dibiarkan mengalir ke daerah tanpa ada upaya untuk mengatur pemberian airnya atau keseragaman. Dan karena tidak ada upaya dilakukan untuk mengatur aplikasi atau keseragaman. Jika dilakukan pengendalian pada sistem irigasi penggenangan, maka sistem irigasi penggenangan dapat dikategorikan menjadi irigasi border atau irigasi basin dan furrow.

Cara pemberian air irigasi yang termasuk dalam cara pemberian air lewat permukaan, dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Sistem irigasi penggenangan liar *(wild flooding)* yaitu sistem irigasi permukaan dimana air digenangkan pada suatu daerah yang luas, sehingga permukaan tanah menjadi tergenang yang cukup tinggi, sehingga

daerah pertanaman akan cukup sempurna dalam pembasahannya. Cara ini hanya cocok jika cadangan dan ketersediaan air cukup banyak.

2. Sistem irigasi penggenangan bebas *(free flooding)* yaitu sistem irigasi permukaan dimana daerah yang akan diairi dibagi dalam beberapa bagian atau petak, dan kemudian air dialirkan dari bagian yang tinggi ke bagian yang rendah.

Gambar 2. Sistem irigasi bebas

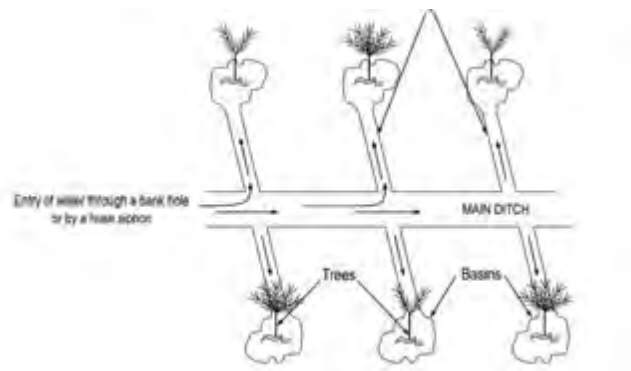
3. Sistem irigasi penggenangan terkendali *(check flooding)* yaitu sistem irigasi permukaan dimana air dari tempat pengambilan atau sumber air dimasukkan ke dalam selokan atau saluran, dan kemudian dialirkan pada petak-petak yang kecil. Dengan cara ini air tidak dialirkan pada daerah yang sudah diairi.

Gambar 3. Sistem Irigasi Penggenangan Terkendali pada Tanaman Padi

4. *Sistem irigasi alur (Border strip)* yaitu sistem irigasi permukaan dimana lahan pertanian yang akan diairi dibagi-bagi dalam luas yang kecil dengan galengan berukuran 10 x 100 m^2 sampai 20 x 300 m^2 dan air dialirkan ke dalam tiap petak melalui pintu-pintu.

Gambar 4. Sistem Irigasi Alur

5. *Sistem irigasi zig-zig* yaitu cara pemberian air dimana daerah pengairan dibagi dalam sejumlah petak berbentuk jajaran genjang atau persegi panjang, dan tiap petak dibagi lagi dengan bantuan galengan dan air akan mengalir melingkar sebelum mencapai lubang pengeluaran.

6. *Sistem irigasi cekungan (basin method)* yaitu sistem irigasi yang biasa digunakan di perkebunan buah-buahan. Tiap cekungan dibangun mengelilingi tiap pohon dan air dimasukkan ke dalamnya melalui selokan lapangan seperti pada efek flooding.

Gambar 5. Skema Sistem Irigasi Basin

Gambar 6. Basin Irigasi untuk Tanaman Buah-buahan

Dengan menggunakan sistem irigasi permukaan, maka air dialirkan dari sungai, disimpan dan dilepaskan dari tampungan (*reservoir*) atau dipompa dari tanah dan kemudian diberikan ke lahan. Kelebihan air irigasi harus dibuang dari lahan. Masing-masing komponen ini membutuhkan desain, operasi, dan pemeliharaan pengatur dan bangunan pengendali. Agar sistem menjadi efisien dan efektif, aliran tidak hanya harus diatur dan dikelola, tetapi yang paling penting, juga harus diukur.

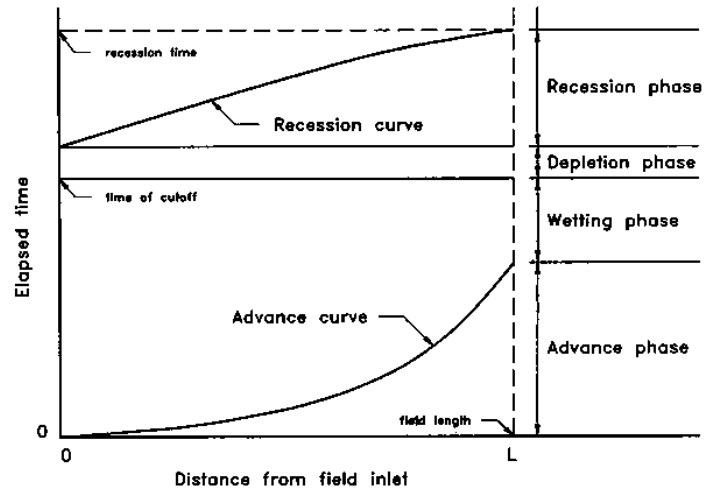
Proses Sistem Irigasi Permukaan

Proses kejadian irigasi permukaan terdiri dari empat fase, seperti digambarkan pada Gambar 7 berikut.

Fase 1, ketika air dalirkan ke lahan, maka akan terjadi penambahan air di permukaan lahan sampai menggenangi seluruh permukaan lahan.

Fase 2, kemudian air irigasi akan mengalir ke luar lahan. Interval antara permukaan air akhir dan ketika air masuk disebut pembasahan atau fase genangan.

Fase 3, ketika volume air di permukaan lahan mulai menurun, jika air tidak lagi dialirkan lagi, karena terjadinya aliran permukaan (*run off*) atau air masuk ke dalam tanah.

Fase 4, setelah tidak ada lagi air yang masuk ke lahan, maka permukaan air akan surut dan ini adalah fase resesi.

Gambar 7. Pergerakan kurva air tanah

3. Tugas

Pengertian Sistem Irigasi Permukaan

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Sistem Irigasi Permukaan. Amati Sistem Irigasi Permukaan yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Sistem Irigasi Permukaan yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Sistem Irigasi Permukaan, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik

Menganalisis Sistem Irigasi Permukaan

Pendahuluan

Irigasi permukaan merupakan cara pemberian air yang tertua dan paling umum digunakan. Cara pemberian air dengan cara ini sering juga disebut dengan irigasi penggenangan, karena dengan cara ini air irigasi yang diberikan di lokasi tertentu, dibiarkan mengalir bebas di atas permukaan lahan, dan kemudian air akan mengisi daerah perakaran tanaman.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis Sistem Irigasi Permukaan di lapangan, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

Sistem irigasi permukaan
Buku catatan
Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Mengamati Sistem Irigasi Permukaan

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Amati sistem irigasi yang ada.
3. Amati tentang bagaimana sistem irigasi permukaan tersebut bekerja.

4. Amati komponen-komponen sistem irigasi permukaan yang ada.
5. Amati bagaimana sistem irigasi ini memperoleh air, sistem pemberian airnya, kapasitasnya dan lain-lain.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
   ....
c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....
   ....

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi permukaan, jelaskan!
b. Bagaimana air mengalir pada sistem irigasi permukaan?
c. Jelaskan jenis-jenis sistem irigasi permukaan!

Kunci Jawaban Tes Formatif

C. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi pengertian sistem irigasi permukaan, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \times 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………...

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut:

No	Aspek Yang Dinilai	Nilai			
		1	**2**	**3**	**4**
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ………………………………………………………..

Kelas : ………………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………………….

Materi Pokok : ………………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Bagaimana prinsip sistem irigasi permukaan bekerja ?	Sistem irigasi permukaan bekerja sesuai dengan hokum gravitasi, dimana sistem pemberian air dilakukan dari bagian yang lebih tinggi dan dibiarkan mengalir karena pengaruh gravitasi ke bagian yang lebih rendah.	25
2.	Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi penggenangan liar ?	Sistem irigasi penggenangan liar adalah sistem irigasi permukaan dimana air digenangkan pada suatu daerah yang luas, sehingga permukaan tanah menjadi tergenang yang cukup tinggi, sehingga daerah pertanaman akan cukup sempurna dalam pembasahannya.	25
3.	Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi penggenangan bebas ?	Sistem irigasi penggenangan bebas adalah sistem irigasi permukaan dimana daerah yang akan diairi dibagi dalam bebe-rapa bagian atau petak, dan kemudian air dialirkan dari bagian yang tinggi ke bagian yang rendah.	25
4.	Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi penggenangan terkendali ?	Sistem irigasi penggenangan terkendali yaitu sistem irigasi permukaan dimana air dari tempat pengambilan atau sumber air dimasukkan ke dalam selokan atau saluran, dan kemudian dialirkan pada petak-petak yang kecil, dan air tidak dialirkan pada daerah yang sudah diairi.	25
Skor Total			100

D. Perancangan Sistem Irigasi Permukaan

1. Kriteria Pemilihan Sistem Irigasi Permukaan

Dalam merencanakan sistem irigasi permukaan ada beberapa parameter yang harus dipertimbangkan sebagai bahan masukan untuk memilih sistem irigasi permukaan, yaitu,

1. *Kedalaman air irigasi yang diberikan.*

   Parameter ini merupakan jumlah air yang harus disimpan di zona perakaran tanaman pada saat air irigasi diberikan dengan tujuan untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman agar tetap normal. Kedalaman air irigasi yang diberikan dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut, yaitu jenis tanaman, tingkat pertumbuhan tanaman, ada tidaknya permukaan air tanah yang dangkal, dan pembatas lapisan tanah seperti lapisan padas, dimana kesemua faktor tersebut akan menentukan kedalaman lapisan perakaran yang efektif. Jenis tanah merupakan faktor yang menentukan berapa banyak air dapat disimpan per unit kedalaman tanah. Faktor-faktor ini, bersama dengan kondisi iklim suatu wilayah harus dipertimbangkan untuk menentukan jumlah yang diperlukan aplikasi.

2. *Maksimum kecepatan aliran yang diijinkan (V_{max}).*

   Parameter ini digunakan untuk memperkirakan laju aliran air yang tidak menyebabkan erosi. Nilai V_{max} umumnya tergantung pada jenis tanah, dan dapat bervariasi dalam kisaran 8 m/menit atau 0.133 m/detik untuk tanah yang mudah tererosi sampai 13 m/menit atau 0.216 m/detik untuk tanah yang lebih stabil.

3. *Koefisien kekasaran Manning (n),*

   Koefisien kekasaran Manning adalah yaitu sebuah parameter dalam persamaan Manning yang dikenal nilai n, digunakan sebagai ukuran efek resistensi saluran ketika air bergerak menuruni saluran, dinding atau

cekungan. Tabel 1 umum digunakan nilai Manning, n dalam irigasi permukaan.

Tabel 1. Tabel Kekasaran Manning untuk saluran

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam,landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

4. *Kemiringan dasar saluran (So).*

   Kemiringan dasar saluran atau dinding perlu diketahui untuk memperkirakan laju aliran non-erosif yang maksimal serta aliran luas penampang atau kedalaman aliran pada setiap bagian saluran diberikan dengan menggunakan persamaan Manning. Kemiringan dasar saluran adalah kemiringan rata-rata dalam arah irigasi dan merupakan parameter yang mudah diukur. Untuk dinding dan alur kemiringan saluran tidak boleh terlalu tinggi karena menyebabkan gerusan dan tidak boleh terlalu rendah agar mengurangi efek sedimentasi dan meningkatkan efisiensi aliran irigasi. Biasanya nilai yang direkomendasikan oleh USDA, yang tergantung pada tanah, yaitu jenis dan kedalaman profil, kombinasi tanaman dan ukuran individu saluran yang digunakan.

5. *Laju Infiltrasi (I).*

   Pengetahuan tentang karakteristik infiltrasi tanah sangat penting untuk evaluasi, desain atau pengelolaan sistem irigasi permukaan. Oleh karena itu, laju infiltrasi, ditentukan sebelum mendesain saluran irigasi.

Analisa Parameter Sistem Irigasi Permukaan

Sebelum suatu jaringan sistem irigasi permukaan dirancang, maka parameter-parameter yang menjadi bahan pertimbangan dalam merancang sistem irigasi permukaan ditentukan. Adapun parameter tersebut adalah data tentang kondisi daerah yang akan dibangun sistem irigasinya dan lingkungan sekitarnya. Data-data tersebut harus diselidiki secara akurat sesuai dengan kondisi lapangan.

Adapun data yang dibutuhkan dalam merencakan sistem irgasi adalah sebagai berikut, yaitu data (1) hidrologi, (2) topografi dan (3) geologi teknik.

a. Data Hidrologi

Parameter-parameter data hidrologi yang sangat penting untuk perencanaan jaringan irigasi adalah curah hujan, laju evapotranspirasi, debit puncak dan debit harian, angkutan sedimen.

Curah hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan maksud untuk menentukan :

- Curah hujan efektif untuk menghitung kebutuhan irigasi. Curah hujan efektif atau andalan adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman.
- Curah hujan berlebih (*excess rainfall*) dipakai untuk menghitung kebutuhan pembuangan atau drainase dan debit (banjir).

Untuk analisis curah hujan efektif, curah hujan di musim kemarau dan penghujan akan sangat penting artinya. Untuk curah hujan lebih, curah hujan di musim penghujan yaitu bulan-bulan turun hujan. Untuk kedua tujuan tersebut data curah hujan harian akan dianalisis untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang dapat diterima. Data curah hujan harian yang meliputi periode sedikitnya 10 tahun akan diperlukan.

Evaportanspirasi

Analisis mengenai evapotraspirasi diperlukan untuk menentukan besarnya laju evapotranspirasi tanaman yang akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi, dan kalau perlu untuk studi neraca air di daerah aliran sungai. Studi ini mungkin dilakukan bila tidak tersedia data aliran dalam jumlah yang cukup.

Data-data iklim yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah yang berkenaan dengan:

- Suhu, yaitu suhu harian maksimum, minimum dan rata-rata.
- Kelembaban relatif.
- Sinar matahari yaitu lamanya matahari bersinar dalam sehari.
- Kondisi angin, meliputi kecepatan dan arah angin.
- Laju evaporasi yaitu evaporasi harian.

Data-data tersebut di atas adalah standar bagi stasiun-stasiun agrometerologi. Jangka waktu pencatatan untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal adalah sekitar sepuluh tahun.

Banjir Rencana

Banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang rata-rata yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan jaringan irigasi dan stabilitas bangunan- bangunan.

Debit banjir ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air. Untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal, catatan data yang dipakai harus paling tidak mencakup waktu 20 tahun.

Faktor lain yang lebih sulit adalah tidak adanya hasil pengamatan tinggi muka air atau debit puncak dari catatan data yang tersedia. Data debit

puncak yang hanya mencakup jangka waktu yang pendek akan mempersulit dan bahkan berbahaya bagi si pengamat.

Harga–harga debit rencana sering ditentukan dengan menggunakan metode hidrologi empiris, atau analisis dengan menghubungkan harga banjir dengan harga curah hujan.

Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemung-kinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah – bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Agar analisisnya cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 20 tahun. Jika persyaratan ini tidak bisa dipenuhi, maka metode hidrologi analitis dan empiris bisa dipakai.

Dalam menghitung debit andalan, harus dipertimbangkan air yang diperlukan dari sungai di hilir pengambilan. Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu kewaktu mengalami penurunan seiring dengan penurunan fungsi daerah tangkapan air.

Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukan faktor koreksi besaran 80% - 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS.

b. Data Topografi

Data topografi lahan merupakan data penting yang sangat menentukan keber-fungsian jaringan irigasi permukaan. Pengukuran dan pemetaan topografi merupakan kegiatan awal yang harus dilakukan dalam perencanaan sistem irigasi permukaan.

Pemetaan bisa didasarkan pada pengukuran di lapangan secara penuh, sehingga dihasilkan peta topografi yang dilengkapi dengan garis konturnya. Untuk sistem irigasi dengan luas lahan sekitar 10.000 ha atau lebih biasanya didasarkan pada peta foto udara dengan dilengkapi detail topografinya.

Persyaratan untuk pembuatan peta topografi umum dirinci sebagai berikut, yaitu:

- Potret bentuk tanah (*landform*) harus memiliki relief mikro dengan bentuk fisik yang jelas, hal ini akan langsung menentukan tata letak dan lokasi saluran irigasi, saluran pembuang dan jalan.
- Ketelitian ketinggian permukaan lahan.

Di daerah datar, kemiringan saluran sebaiknya kurang dari 10 cm/km. Ketepatan dalam hal ketinggian adalah penting sekali karena hal ini akan menunjukkan apakah suatu layanan sistem irigasi dan drainase (pembuangan) akan berfungsi.

Di daerah yang memiliki lahan curam, layanan sistem irigasi dan sistem drainase sangat tergantung pada kemiringan lahan dan ketinggian, sesuai dengan interval garis kontur dengan ketentuan, sebagai berikut :

- tanah datar < 2 % dengan interval 0,5 m
- tanah berombak dan landai 2-5 % dengan interval 1,0 m
- berbukit-bukit 5 - 20 % dengan interval 2,0 m
- bergunung-gunung >20 % dengan interval 5,0 m

Pengukuran Sungai dan Lokasi Bendung

Untuk perencanaan bangunan utama di sungai diperlukan informasi topografi mendetail mengenai sungai dan lokasi bendung. Bersama-sama dengan pengukuran untuk peta topografi umum, harus diukur pula beberapa titik di sungai. Hasil-hasilnya akan digunakan dalam perencanaan pendahuluan jaringan irigasi.

Pengukuran ini mencakup unsur-unsur berikut :

- Peta bagian sungai di mana bangunan utama akan dibangun. Skala peta ini adalah 1: 2.000 atau lebih besar yang meliputi 1 km ke hulu dan 1 km ke hilir bangunan utama dan melebar hingga 250 m ke masing-masing sisi sungai. Daerah bantaran harus terliput semuanya. Kegiatan pengukuran ini juga mencakup pembuatan peta daerah rawan banjir. Peta itu harus dilengkapi dengan garis-garis kontur pada interval 1,0 m, kecuali di dasar sungai dimana diperlukan garis-garis kontur pada interval 0,50 m. Peta itu juga harus memuat batas-batas penting seperti batas-batas desa, sawah dan semua prasarananya.
- Potongan memanjang sungai dengan potongan melintang setiap 50 m. Panjang potongan memanjang serta skala horisontalnya harus dibuat sama dengan untuk peta sungai di atas skala vertikalnya 1: 200 atau 1 : 500, bergantung kepada kecuraman medan. Skala. potongan melintangnya 1 : 200 horisontal dan 1 : 200 vertikal. Panjang potongan melintang adalah 50 m ke masing-masing sisi sungai. Elevasinya akan diukur pada jarak maksimum 25 m atau untuk beda tinggi 0,25 m mana saja yang bisa dicapai lebih cepat.
- Pengukuran detail lokasi bendung yang sebenarnya harus dilakukan, yang menghasilkan peta berskala 1: 200 atau 1: 500 untuk areal seluas kurang lebih 50 ha (1000 x 500 m2). Peta ini akan menunjukkan lokasi seluruh bagian bangunan utama termasuk lokasi kantong pasir dan

tanggul penutup. Peta ini akan dilengkapi dengan titik rincik ketinggian dan garis-garis kontur setiap 0,25 m.

Pengukuran Trase Saluran

Pengukuran trase saluran biasanya mencakup jaringan irigasi maupun drainase. Pengukuran trase saluran (pengukuran strip) akan sebanyak mungkin mengikuti trase saluran yang diusulkan pada tata letak pendahuluan. Pengukuran ini akan meliputi jarak 75 m dari as saluran.

Pengukuran trase saluran meliputi pembuatan :

- Peta trase saluran dengan skala 1:2000 dengan garis–garis kontur pada interval 0.5 m untuk daerah datar dan 1.0 m untuk tanah berbukit bukit; .
- Profil memanjang dengan skala horizontal l:2000 dan skala vertikal 1:200 (atau) 1:100 untuk saluran-saluran kecil,
- Potongan melintang pada skala horisontal dan vertical 1:200 atau 1:100 untuk saluran-saluran kecil pada interval 50 m pada ruas-ruas lurus dan 25 m pada tikungan.

2. Tugas

Perancangan Sistem Irigasi Permukaan

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Perancangan Sistem Irigasi Permukaan. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Perancangan Sistem Irigasi Permukaan. Amati Sistem Irigasi Permukaan yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Perancangan Sistem Irigasi Permukaan.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Perancangan Sistem Irigasi Permukaan, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik

Perancangan Sistem Irigasi Permukaan

Pendahuluan

Sebelum merancang sistem irigasi permukaan, maka parameter-parameter yang menjadi bahan pertimbangan dalam merancang sistem irigasi permukaan ditentukan. Adapun parameter tersebut adalah data tentang kondisi daerah yang akan dibangun sistem irigasinya dan lingkungan sekitarnya. Data-data tersebut harus diselidiki secara akurat sesuai dengan kondisi lapangan.

Adapun data yang dibutuhkan dalam merencakan sistem irgasi adalah sebagai berikut, yaitu data (1) hidrologi, (2) topografi dan (3) geologi teknik.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis Perancangan Sistem Irigasi Permukaan di lapangan, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

Buku materi perancangan Sistem Irigasi Permukaan

Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

1. Baca materi tentang perancangan sistem irigasi permukaan.
2. Analsisi data curah hujan yang ada di suatu daerah irigasi yang memiliki sistem irigasi permukaan.
3. Analisis data topografi yang ada di suatu daerah irigasi yang memiliki sistem irigasi permukaan.
4. Amati data geologi teknik yang ada di suatu daerah irigasi yang memiliki sistem irigasi permukaan.
5. Buat laporan hasil praktik Anda.

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

LEMBAR REFLEKSI

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

4. Tes Formatif

a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kedalaman air irigasi!
b. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kedalaman air irigasi?

c. Apa yang dimaksud dengan kecepatan aliran air yang diijinkan pada sistem irigasi permukaan?!
d. Jelaskan data-data apa saja yang harus dipertimbangkan dalam merancang sistem irigasi permukaan ?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Kedalaman air irigasi jumlah air yang harus disimpan di zona perakaran tanaman pada saat air irigasi diberikan dengan tujuan untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman agar tetap normal.
b. Faktor-faktor yang mempengaruhi kedalaman air irigasi adalah jenis tanaman, tingkat pertumbuhan tanaman, ada tidaknya permukaan air tanah yang dangkal, dan pembatas lapisan tanah seperti lapisan padas dan jenis tanah.
c. Kecepatan aliran air yang diijinkan pada sistem irigasi permukaan adalah kecepatan aliran air yang tidak menyebabkan terjadinya kerusakan pada saluran irigasi.
d. Data yang harus dipertimbangkan dalam merancang sistem Adapun data yang dibutuhkan dalam merencakan sistem irgasi permukaan adalah data hidrologi, data topografi dan data geologi teknik.

E. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Perancangan Sistem Irigasi Permukaan, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : …………………………………………….

No.	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	Aspek Yang Dinilai	Nilai			
		1	2	3	4
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ……………………………………………………..
Kelas : ……………………………………………………..
Tanggal Pengamatan : …………………………………………………….
Materi Pokok : ……………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
	Jumlah Skor					

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Apa yang dimaksud dengan kedalaman air irigasi?	Kedalaman air irigasi adalah jumlah air yang harus disimpan di zona perakaran tanaman pada saat air irigasi diberikan dengan tujuan untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman agar tetap normal.	10
2.	Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kedalaman air irigasi ?	Faktor-faktor yang mempenga-ruhi kedalaman air irigasi adalah jenis tanaman, tingkat pertum-buhan tanaman, ada tidaknya permukaan air tanah yang dangkal, dan pembatas lapisan tanah seperti lapisan padas, jenis tanah.	10
3.	Apa yang dimaksud dengan kecepatan aliran yang diijinkan pada sistem irigasi permukaan ?	Kecepatan aliran air yang diijinkan adalah kecepatan aliran air maksimum yang tidak menye-babkan erosi pada saluran sistem irigasi permukaan.	10
4.	Apa yang dimaksud dengan koefisien kekasaran Manning?	Koefisien kekasaran Manning adalah suatu angka yang digunakan sebagai ukuran efek resistensi saluran ketika air bergerak di saluran saluran, dinding atau cekungan.	10
5.	Apa yang dimaksud dengan laju infiltrasi ?	Laju infiltrasi adalah besarnya kecepatan aliran air masuk ke dalam tanah, dan biasanya dinyatakan dalam satuan mm/jam	10
6.	Jelaskan data apa saja yang diperlukan dalam merancang	Data yang harus dipertimbang-kan dalam merancang sistem Adapun data yang dibutuhkan	10

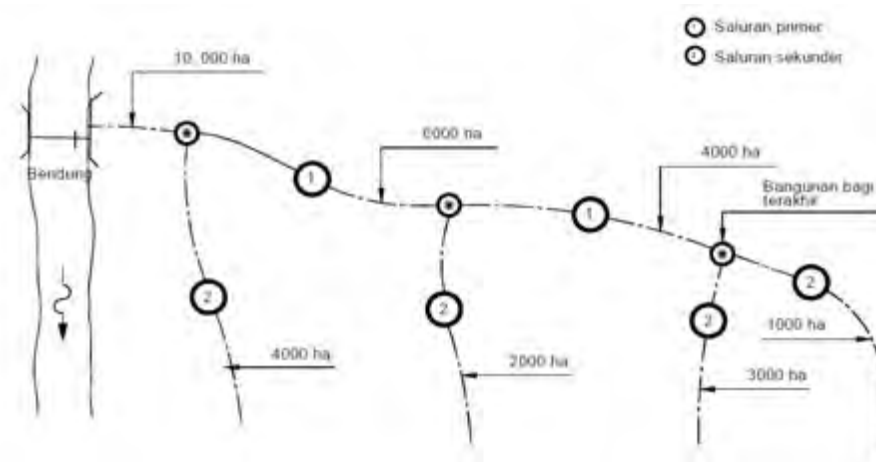
	sistem irigasi permukaan ?	dalam merencakan sistem irgasi permukaan adalah data hidrologi, data topografi dan data geologi teknik	
7.	Apa yang dimaksud dengan curah hujan efektif ?	Crah hujanb efektif adalah bagian dari curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman	10
8.	Mengapa perlu mengetahui besarnya laju evapotranspirasi tanaman sebelum merancang sistem irigasi permukaan ?	Besarnya laju evapotranspirasi tanaman diperlukan sebagai dasar perhitungan kebbutuhan air tanaman sebelum merancang sistem irigasi.	10
9.	Apa yang dimaksud dengan banjir rencana ?	Banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah yang dapat dialirkan tanpa membahayakan jaringan irigasi dan stabilitas bangunan irigasi permukaan.	10
10.	Apa yang dimaksud dengan debit andalan ?	Debit andalan adalah debit minimum sungai untuk kemung-kinan terpenuhi yang dapat dipakai untuk kepentingan irigasi.	10
Skor Total			100

F. Komponen-Komponen Sistem Irigasi Permukaan

Komponen-komponen sebuah jaringan irigasi teknis dapat dibedakan berdasarkan fungsinya. Untuk mengetahui komponen-komponen suatu jaringan irigasi dapat dilihat pada peta ikhtisar. Peta ikhtisar adalah cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan. Peta ikhtisar tersebut dapat dilihat pada peta tata letak. Peta ikhtisar irigasi tersebut memperlihatkan antara lain:

- Petak tersier, sekunder dan primer
- Bangunan-bangunan utama
- Jaringan dan trase saluran irigasi

- Jaringan dan trase saluran pembuang
- Petak-petak primer, sekunder dan tersier
- Lokasi bangunan
- Batas-batas daerah irigasi
- Jaringan dan trase jalan
- Daerah-daerah yang tidak diairi.

Peta ikhtisar umum dibuat berdasarkan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur dengan skala 1:25.000. Peta ikhtisar detail yang biasa disebut peta petak, dipakai untuk perencanaan dibuat dengan skala 1:5.000, dan untuk petak tersier 1:5.000 atau 1:2.000.

Gambar 8. Peta Ikhtisar Irigasi

Petak tersier

Perencanaan dasar yang berkenaan dengan unit irigasi adalah petak tersier. Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap tersier. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier.

Pada petak tersier pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan menjadi tanggung jawab para petani yang bersangkutan, di bawah bimbingan pemerintah. Petak tersier yang terlalu besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak

efisien. Faktor-faktor penting lainnya adalah jumlah petani dalam satu petak, jenis tanaman dan topografi. Di daerah-daerah yang ditanami padi luas petak tersier idealnya maksimum 50 ha, tapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir sampai seluas 75 ha, disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemudahan eksploitasi dengan tujuan agar pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan lebih mudah. Petak tersier harus mempunyai batas-batas yang jelas seperti misalnya parit, jalan, batas desa dan batas perubahan bentuk lapangan.

Petak tersier dibagi menjadi petak-petak kuarter, masing- masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien.

Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian jika petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari.

Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuarter lebih baik di bawah 500 m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800 m.

Petak sekunder

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder.

Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda-tanda topografi yang jelas, seperti misalnya saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda-beda, tergantung pada situasi daerah.

Saluran sekunder sering terletak di punggung medan mengairi kedua sisi saluran hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncana sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja.

Petak primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer.

Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

Bangunan Utama

Bangunan utama sistem irigasi dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan di sepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat dipakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk.

Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama, pintu bilas, kolam olak, dan kantong lumpur, tanggul banjir dan bangunan pelengkap.

Bendung

Bendung pada sistem irigasi permukaan dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu bendung (*weir*) dan bendung gerak (*barrage*). Bendung dipakai untuk meninggikan permukaan air di sungai sampai pada ketinggian tertentu yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier. Ketinggian itu akan menentukan luas daerah yang diairi.

Bendung gerak adalah bangunan bending yang dilengkapi dengan pintu yang dapat dibuka untuk mengalirkan air pada waktu terjadi banjir besar dan ditutup apabila aliran kecil. Di Indonesia, bendung gerak adalah bangunan yang paling umum dipakai untuk membelokkan air sungai untuk keperluan irigasi.

Gambar 9. Bendung gerak

Bendung karet

Bendung karet memiliki dua bagian pokok yaitu tubuh bendung yang terbuat dari karet dan pondasi beton berbentuk plat beton sebagai dudukan tabung karet serta dilengkapi satu ruang kontrol dengan beberapa perlengkapan (mesin) untuk

mengontrol mengembang dan mengempisnya tabung karet. Bendung berfungsi meninggikan muka air dengan cara mengembangkan tubuh bendung dan menurunkan muka air dengan cara mengempiskan tubuh bendung yang terbuat dari tabung karet dapat diisi dengan udara atau air. Proses pengisian udara atau air dari pompa udara atau air dilengkapi dengan instrumen pengontrol udara atau air (manometer).

Gambar 10. Bendung Karet

Pengambilan bebas

Pengambilan bebas adalah bangunan yang dibuat di tepi sungai yang mengalirkan air sungai ke dalam jaringan irigasi, tanpa mengatur tinggi muka air di sungai. Dalam keadaan demikian, jelas bahwa muka air di sungai harus lebih tinggi dari daerah yang diairi dan jumlah air yang dibelokkan harus dapat dijamin cukup.

Pengambilan dari Waduk

Waduk (*reservoir*) digunakan untuk menampung air irigasi pada waktu terjadi kelebihan air di sungai agar dapat dipakai sewaktu-waktu terjadi kekurangan air. Jadi, fungsi utama waduk adalah untuk mengatur aliran sungai.

Waduk yang berukuran besar sering mempunyai banyak fungsi seperti untuk keperluan irigasi, tenaga air pembangkit listrik, pengendali banjir, perikanan dan lain-lain. Waduk yang berukuran lebih kecil dipakai untuk keperluan irigasi saja.

Stasiun pompa

lrigasi dengan pompa bisa dipertimbangkan apabila pengambilan secara gravitasi ternyata tidak layak dilihat dari segi teknis maupun ekonomis. Pada mulanya irigasi pompa hanya memerlukan modal kecil, tetapi biaya eksploitasinya mahal.

1. Jaringan Irigasi

Saluran irigasi

Jaringan irigasi utama

- Saluran primer membawa air dari bendung ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.
- Saluran sekunder membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas ujung saluran ini adalah pada bangunan sadap terakhir.
- Saluran pembawa membawa air irigasi dari sumber air lain (bukan sumber yang memberi air pada bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer.
- Saluran muka tersier membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier yang terletak di seberang petak tersier lainnya. Saluran ini termasuk dalam wewenang dinas irigasi dan oleh sebab itu pemeliharaannya menjadi tanggung jawabnya.

Jaringan saluran irigasi tersier

- Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier lalu ke saluran kuarter. Batas ujung saluran ini adalah boks bagi kuarter yang terakhir
- Saluran kuarter membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah-sawah

Garis Sempadan Saluran

Dalam rangka pengamanan saluran dan bangunan maka perlu ditetapkan garis sempadan saluran dan bangunan irigasi yang jauhnya ditentukan dalam peraturan perundangan sempadan saluran.

Saluran Pembuang

Jaringan saluran pembuang tersier

- Saluran pembuang kuarter terletak di dalam satu petak tersier, menampung air langsung dari sawah dan membuang air tersebut ke dalam saluran pembuang tersier.
- Saluran pembuang tersier terletak di dan antara petak-petak tersier yang termasuk dalam unit irigasi sekunder yang sama dan menampung air, baik dari pembuang kuarter maupun dari sawah-sawah. Air tersebut dibuang ke dalam jaringan pembuang sekunder.

Jaringan saluran pembuang utama

- Saluran pembuang sekunder menampung air dari jaringan pembuang tersier dan membuang air tersebut ke pembuang primer atau langsung ke jaringan pembuang alamiah dan ke luar daerah irigasi.

- Saluran pembuang primer mengalirkan air lebih dari saluran pembuang sekunder ke luar daerah irigasi. Pembuang primer sering berupa saluran pembuang alamiah yang mengalirkan kelebihan air tersebut ke sungai, anak sungai atau ke laut

Bangunan bagi dan Sadap

Bangunan bagi dan sadap pada irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat pengukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah dan pada waktu tertentu. Namun dalam keadaan tertentu sering dijumpai kesulitan-kesulitan dalam operasi dan pemeliharaan sehingga muncul usulan sistem proporsional, yaitu bangunan bagi dan sadap tanpa pintu dan alat ukur tetapi dengan syarat-syarat sebagai berikut, (1) elevasi ambang ke semua arah harus sama, (2) bentuk ambang harus sama agar koefisien debit sama, (3) lebar bukaan proporsional dengan luas sawah yang diairi.

Tetapi disadari bahwa sistem proporsional tidak bisa diterapkan dalam irigasi yang melayani lebih dari satu jenis tanaman dari penerapan sistem golongan. Untuk itu kriteria ini menetapkan agar diterapkan tetap memakai pintu dan alat ukur debit dengan memenuhi tiga syarat proporsional.

- Bangunan bagi terletak di saluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.
- Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder ke saluran tersier penerima.
- Bangunan bagi dan sadap mungkin digabung menjadi satu rangkaian bangunan.
- Boks-boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan/atau kuarter)

Bangunan–bangunan pengukur dan Pengatur

Aliran air diukur di hulu saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (*free overflow*) dan bangunan ukur aliran bawah (*underflow*).

Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air. Bangunan ukur yang dapat dipakai ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat-alat bangunan ukur irigasi

No	Tipe Bangunan Ukur	Mengukur dengan	mengatur
1.	Bangunan ukur ambang lebar	Aliran atas	Tidak
2.	Bangunan ukur pharsall	Aliran atas	Tidak
3.	Bangunan ukur cipoletti	Aliran atas	Tidak
4.	Bangunan Romijn	Aliran atas	Ya
5.	Bangunan ukur Crump-de Gruyter	Aliran Bawah	Ya
6.	Bangunan sadap pipa sederhana	Aliran Bawah	Ya
7.	Constant Head Orifice (CHO)	Aliran Bawah	Ya
8.	Cut Throat Flume	Aliran atas	Tidak

Untuk menyederhanakan operasi dan pemeliharaan, bangunan ukur yang dipakai di sebuah jaringan irigasi hendaknya tidak terlalu banyak, dan diharapkan pula pemakaian alat ukur tersebut bisa benar-benar mengatasi permasalahan yang dihadapi para petani. KP-04 Bangunan memberikan uraian terinci mengenai peralatan ukur dan penggunaannya.

Peralatan berikut dianjurkan pemakaiannya :

- di hulu saluran primer
  Untuk aliran besar alat ukur ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk pengatur.

- di bangunan bagi bangunan sadap sekunder
  Pintu Romijn dan pintu Crump-de Gruyter dipakai untuk mengukur dan mengatur aliran. Bila debit terlalu besar, maka alat ukur ambang lebar dengan pintu sorong atau radial bisa dipakai seperti untuk saluran primer.

- bangunan sadap tersier

Untuk mengatur dan mengukur aliran dipakai alat ukur Romijn atau jika fluktuasi di saluran besar dapat dipakai alat ukur Crump-de Gruyter. Di petak-petak tersier kecil di sepanjang saluran primer dengan tinggi muka air yang bervariasi dapat dipertimbangkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, di lokasi yang petani tidak bisa menerima bentuk ambang sebaiknya dipasang alat ukur parshall atau cut throat flume.

Alat ukur parshall memerlukan ruangan yang panjang, presisi yang tinggi dan sulit pembacaannya, alat ukur cut throat flume lebih pendek dan mudah pembacaannya.

Bangunan Pengatur Muka Air

Bangunan pengatur muka air berfungsi mengatur permukaan air di jaringan irigasi utama sampai batas-batas yang diperlukan untuk dapat memberikan debit yang konstan kepada bangunan sadap tersier.

Bangunan pengatur mempunyai bagian pengontrol aliran yang dapat distel atau tetap. Untuk bangunan-bangunan pengatur yang dapat disetel dianjurkan untuk menggunakan pintu sorong radial atau lainnya.

Bangunan pengatur diperlukan di tempat-tempat di mana tinggi muka air di saluran dipengaruhi oleh bangunan terjun atau got miring (*chute*). Untuk mencegah meninggi atau menurunnya muka air di saluran dipakai mercu tetap atau celah kontrol trapesium (*trapezoidal notch*).

Saluran Pembawa

Jaringan pembawa terdiri dari jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan saluran utama terdiri dari saluran primer dan saluran sekunder. Sedangkan jaringan tersier terdiri dari atas saluran serta saluran kuarter di petak tersier. Dalam saluran tersebut dilengkapi dengan saluran pembagi, bangunan sadap

tersier, bangunan bagi sadap dan bok–bok tersier. Dalam saluran primer atau sekunder dilengkapi dengan bangunan pengatur muka dan pada saluran pembawa dengan aliran super kritis dilengkapi bangunan terjun, got miring. Pada saluran pembawa sub kritis dilengkapi dengan bangunan talang, sipon, jembatan sipon, bangunan pelimpah, bangunan penguras, saluran pembuang samping dan jalan jembatan.

Bangunan terjun

Bangunan terjun adalah bangunan pada saluran irigasi yang dibuat karena menurunnya muka air. Bangunan terjun dipusatkan di satu tempat bangunan terjun bisa memiliki terjun tegak atau terjun miring. Jika perbedaan tinggi energi mencapai beberapa meter, maka konstruksi got miring perlu dipertimbangkan.

Got miring

Daerah got miring dibuat apabila trase saluran melewati ruas lahan dengan kemiringan yang tajam dengan jumlah perbedaan tinggi energi yang besar. Got miring berupa potongan saluran yang diberi pasangan dengan aliran superkritis, dan umumnya mengikuti kemiringan lahan alamiah.

Gorong-gorong

Gorong-gorong dipasang di tempat-tempat di mana saluran lewat di bawah bangunan (jalan, rel kereta api) atau apabila pembuang lewat di bawah saluran. Aliran di dalam gorong-gorong umumnya aliran bebas.

Talang

Talang dipakai untuk mengalirkan air irigasi lewat di atas saluran lainnya, saluran pembuang alamiah atau cekungan dan lembah-lembah. Aliran di dalam talang adalah aliran bebas.

Sipon

Sipon dipakai untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan gravitasi di bawah saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Sipon juga dipakai untuk melewatkan air di bawah jalan, jalan kereta api, atau bangunan-bangunan yang lain. Sipon merupakan saluran tertutup yang direncanakan untuk mengalirkan air secara penuh dan sangat dipengaruhi oleh tinggi tekan.

Jembatan sipon

Jembatan sipon adalah saluran tertutup yang bekerja atas dasar tinggi tekan dan dipakai untuk mengurangi ketinggian bangunan pendukung di atas lembah yang dalam.

Flum (Flume)

Ada beberapa tipe flum yang dipakai untuk mengalirkan air irigasi melalui situasi-situasi kondisi lahan tertentu, misalnya,

- flum tumpu (*bench flume*) untuk mengalirkan air di sepanjang lereng bukit yang curam.
- flum elevasi (*elevated flume*) untuk menyeberangkan air irigasi lewat di atas saluran pembuang atau jalan air lainnya.

Flum mempunyai potongan melintang berbentuk segi empat atau setengah bulat. Aliran dalam flum adalah aliran bebas.

Saluran tertutup

Saluran tertutup dibuat apabila trase saluran terbuka melewati suatu daerah di mana potongan melintang harus dibuat pada galian yang dalam dengan lereng-Iereng tinggi yang tidak stabil. Saluran tertutup juga dibangun di daerah-daerah permukiman dan di daerah-daerah pinggiran sungai yang terkena luapan banjir. Bentuk potongan melintang saluran tertutup atau saluran gali dan timbun adalah segi empat atau bulat. Biasanya aliran di dalam saluran tertutup adalah aliran bebas.

Terowongan

Terowongan adalah bangunan yang dibangun saluran tertutup guna mengalirkan air melewati bukit-bukit dan daerah yang tinggi. Biasanya aliran di dalam terowongan adalah aliran bebas.

Bangunan pelindung

Bangunan pelindung diperlukan untuk melindungi saluran baik dari dalam maupun dari luar. Dari luar bangunan itu memberikan perlindungan terhadap limpasan air buangan yang berlebihan dan dari dalam terhadap aliran saluran yang berlebihan akibat kesalahan eksploitasi atau akibat masuknya air dan luar saluran.

Bangunan Pembuang Silang

Gorong-gorong adalah bangunan pembuang silang yang paling umum digunakan sebagai pelindung luar. Sipon dipakai jika saluran irigasi kecil melintas saluran pembuang yang besar. Biasanya lebih aman dan ekonomis untuk membawa air irigasi dengan sipon melalui bawah saluran pembuang tersebut.

Pelimpah (*Spillway*)

Ada tiga tipe lindungan dalam yang umum dipakai yaitu saluran pelimpah, sipon pelimpah dan pintu pelimpah otomatis. Pengatur pelimpah diperlukan tepat di hulu bangunan bagi, di ujung hilir saluran primer atau sekunder dan di tempat-tempat lain yang dianggap perlu demi keamanan jaringan. Bangunan pelimpah bekerja otomatis dengan naiknya muka air.

Bangunan Penggelontor Sedimen

Bangunan ini dimaksudkan untuk mengeluarkan endapan sedimen sepanjang saluran primer dan sekunder pada lokasi persilangan dengan sungai. Pada ruas saluran ini sedimen diijinkan mengendap dan dikuras melewati pintu secara periodik.

Bangunan Penguras

Bangunan penguras, biasanya dengan pintu yang dioperasikan dengan tangan, dipakai untuk mengosongkan seluruh ruas saluran bila diperlukan. Untuk mengurangi tingginya biaya, bangunan ini dapat digabung dengan bangunan pelimpah.

Saluran Pembuang Samping

Aliran buangan biasanya ditampung di saluran pembuang terbuka yang mengalir pararel di sebelah atas saluran irigasi. Saluran-saluran ini membawa air ke bangunan pembuang silang atau, jika debit relatif kecil dibanding aliran air irigasi, ke dalam saluran irigasi itu melalui lubang pembuang.

Saluran Gendong

Saluran gendong adalah saluran drainase yang sejajar dengan saluran irigasi, berfungsi mencegah aliran permukaan (run off) dari luar areal irigasi agar tidak masuk ke dalam saluran irigasi. Air yang masuk saluran gendong dialirkan keluar ke saluran alamiah atau drainase yang terdekat.

Jalan dan Jembatan

Pada bangunan irigasi perlu juga dibuatkan jalan dan jembatan. Jalan yang dimaksud di sini adalah jalan inspeksi, yaitu jalan yang diperlukan untuk inspeksi, eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi dan pembuang oleh Dinas Pengairan. Masyarakat boleh menggunakan jalan inspeksi ini untuk keperluan tertentu saja.

Apabila saluran dibangun sejajar dengan jalan umum didekatnya, maka tidak diperlukan jalan inspeksi di sepanjang ruas saluran tersebut. Biasanya jalan inspeksi terletak di sepanjang sisi saluran irigasi.

Jembatan dibangun untuk saling menghubungkan jalan inspeksi di seberang saluran irigasi pembuang atau untuk menghubungkan jalan inspeksi dengan jalan umum.

Bangunan Pelengkap

Tanggul diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada umumnya tanggul diper-lukan di sepanjang sungai di sebelah hulu bendung atau di sepanjang saluran primer.

Fasilitas operasional diperlukan untuk operasi jaringan irigasi secara efektif dan aman. Fasilitas tersebut antara lain meliputi antara lain adalah kantor di lapangan, bengkel, perumahan untuk staf irigasi, jaringan komunikasi, patok hektometer, papan eksploitasi, papan duga, dan sebagainya.

Bangunan pelengkap irigasi yang dibuat di dan sepanjang saluran meliputi:

- Pagar, rel pengaman dan sebagainya, guna memberikan pengaman sewaktu terjadi keadaan darurat.
- Tempat cuci yaitu tempat mandi ternak dan sebagainya, untuk memberikan sarana untuk mencapai air di saluran tanpa merusak lereng.
- Kisi-kisi penyaring untuk mencegah tersumbatnya bangunan (sipon dan gorong-gorong panjang) oleh benda-benda yang hanyut.
- Jembatan-jembatan untuk keperluan penyeberangan bagi penduduk.
- Sanggar tani sebagai sarana untuk interaksi antar petani, dan antara petani dan petugas irigasi dalam rangka memudahkan penyelesaian permasalahan yang terjadi di lapangan. Pembangunannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi petani setempat serta letaknya di setiap bangunan sadap.

Standar Tata Nama

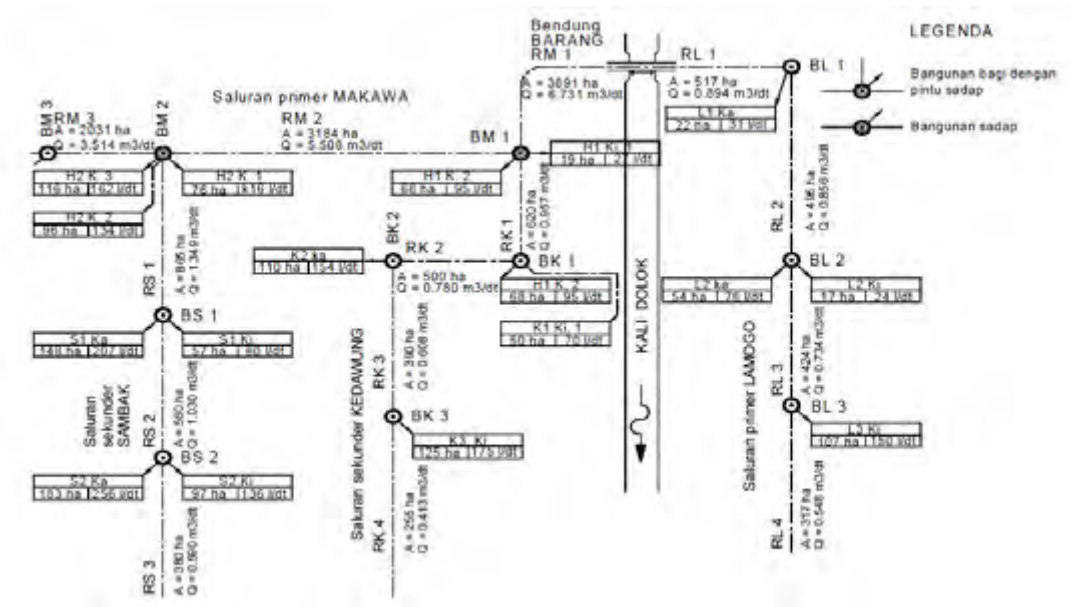
Nama-nama yang diberikan untuk saluran-saluran irigasi dan pembuang, bangunan-bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang diberikan harus pendek dan tidak mempunyai tafsiran ganda (ambigu). Nama-nama harus dipilih dan dibuat sedemikian sehingga jika dibuat bangunan baru kita tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

Daerah Irigasi

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai dengan nama daerah setempat, atau desa penting di daerah itu, yang biasanya terletak dekat dengan jaringan bangunan utama atau sungai yang airnya diambil untuk keperluan irigasi. Contohnya adalah Daerah Irigasi Jatiluhur atau Daerah irigasi Cikoncang. Jika

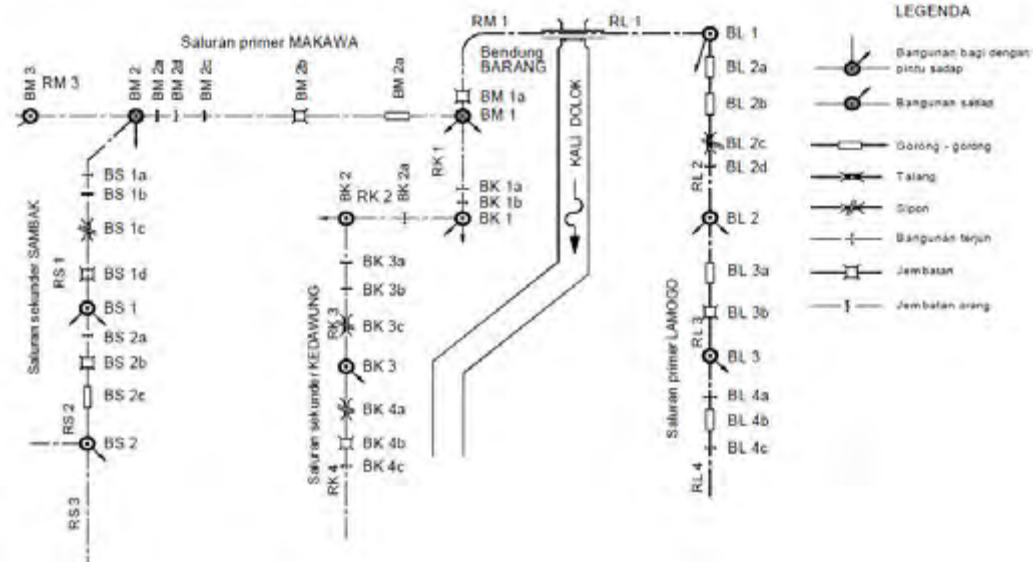
ada dua pengambilan atau lebih, maka daerah irigasi tersebut sebaiknya diberi nama sesuai dengan desa-desa terkenal di daerah-daerah layanan setempat .

Untuk pemberian nama-nama bangunan utama berlaku peraturan yang sama seperti untuk daerah irigasi, misalnya bendung elak Cikoncang melayani D.I Cikoncang.

Sebagai contoh, lihat Gambar 11. Bendung Barang merupakan salah satu dari bangunan-bangunan utama di sungai Dolok. Bangunan-bangunan tersebut melayani daerah Makawa dan Lamogo, keduanya diberi nama sesuai dengan nama-nama desa utama di daerah itu.

Gambar 11. Standar Tata Nama Skema Irigasi

Jaringan Irigasi Primer

Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani, contoh, saluran primer Makawa. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak di petak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya. Sebagai

contoh saluran sekunder Sambak mengambil nama desa Sambak yang terletak di petak sekunder Sambak.

Gambar 12. Contoh Standar Sistem Tata Nama Bangunan Irigasi

Saluran irigasi primer/sekunder dibagi menjadi ruas-ruas yang berkapasitas sama. Misalnya, RS2 adalah ruas saluran sekunder Sambak (S) antara bangunan sadap BS1 dan BS 2. Bangunan pengelak atau bagi adalah bangunan terakhir di suatu ruas. Bangunan itu diberi nama sesuai dengan ruas hulu tetapi huruf R (ruas) diubah menjadi B (Bangunan). Misalnya BS2 adalah bangunan pengelak di ujung ruas RS 2.

Bangunan-bangunan yang ada di antara bangunan-bangunan bagi sadap seperti gorong-gorong, jembatan, talang bangunan terjun, diberi nama sesuai dengan nama ruas di mana bangunan tersebut terletak juga mulai dengan huruf B (Bangunan), lalu diikuti dengan huruf kecil sedemikian sehingga bangunan yang terletak di ujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh di hilir memakai hurut b, c, dan seterusnya.

Sebagai contoh BS2b adalah bangunan kedua pada ruas RS2 di saluran Sambak terletak antara bangunan-bangunan bagi BS 1 dan BS 2.

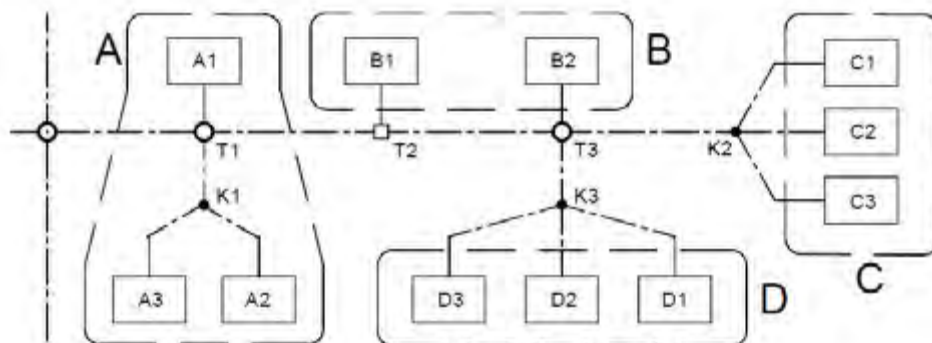
Jaringan Irigasi Tersier

Petak tersier diberi nama seperti bangunan sadap tersier dari jaringan utama. Misalnya petak tersier S1 ki mendapat air dari pintu kiri bangunan bagi BS 1 yang terletak di saluran, contoh pada saluran Sambak.

- Ruas-ruas saluran tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak di antara kedua boks, misalnya (T1 - T2), (T3 - K1).
- Boks Tersier diberi kode T, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks pertama di hilir bangunan sadap tersier: T1, T2 dan sebagainya.

Petak Kuarter

Petak kuarter diberi nama sesuai dengan petak rotasi, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam. Petak rotasi diberi kode A, B, C dan seterusnya menurut arah jarum jam.

Boks kuarter diberi kode K, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks kuarter pertama di hilir boks tersier dengan nomor urut tertinggi: K1, K2 dan seterusnya.

Gambar 13. Contoh Sistem Tata Nama Petak Rotasi dan Kuarter

Saluran irigasi kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dilayani tetapi dengan huruf kecil, misalnya a1,a2 dan seterusnya.

Saluran pembuang kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dibuang airnya, menggunakan huruf kecil diawali dengan dk, misalnya dka, dka2 dan seterusnya. Saluran pembuang tersier, diberi kode dt1, dt2 juga menurut arah jarum jam.

Jaringan Pembuang

Setiap pembangunan jaringan irigasi dilengkapi dengan pembangunan jaringan drainase yang merupakan satu kesatuan dengan jaringan irigasi yang ber-sangkutan. Pada umumnya pembuang primer berupa sungai alamiah, yang kesemuanya akan diberi nama. Apabila ada saluran pembuang primer baru yang akan dibuat, maka saluran itu harus diberi nama tersendiri. Jika saluran pembuang dibagi menjadi ruas-ruas, maka masing-masing ruas akan diberi nama, mulai dari ujung hilir.

Pembuang sekunder pada umumnya berupa sungai atau anak sungai yang lebih kecil. Beberapa di antaranya sudah mempunyai nama yang tetap bisa dipakai, jika tidak sungai atau anak sungai tersebut akan ditunjukkan dengan sebuah huruf bersama-sama dengan nomor seri. Nama-nama ini akan diawali dengan huruf d (d = drainase).

Pembuang tersier adalah pembuang kategori terkecil dan akan dibagi menjadi ruas-ruas dengan debit seragam, dan masing-masing diberi nomor. Masing-masing petak tersier akan mempunyai nomor seri sendiri-sendiri. Gambar 14 adalah contoh sistem tata nama untuk saluran pembuang.

Gambar 14. Contoh sistem tata nama saluran pembuang

2. Tugas

Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan. Amati Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik

Mengamati Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan

Pendahuluan

Komponen-komponen sebuah jaringan irigasi teknis dapat dibedakan berdasarkan fungsinya. Untuk mengetahui komponen-komponen suatu jaringan irigasi dapat dilihat pada peta ikhtisar. Peta ikhtisar adalah cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis komponen-komponen suatu sistem irigasi permukaan di lapangan, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Sistem irigasi permukaan
- Buku catatan
- Meteran

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Mengamati Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan

1. Baca tentang materi komponen-komponen sistem irigasi permukaan.
2. Amati dan catat jenis-jenis komponen sistem irigasi permukaan yang ada disekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda.
3. Ukur dengan menggunakan meteran masing-masing komponen sistem irigasi permukaan yang ada.
4. Buat kesimpulan apakah ukuran tersebut cukup atau tidak untuk mengairi dan apa saran yang dapat Anda berikan.

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

   ....

   ....

   ....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

LEMBAR REFLEKSI

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

4. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan peta ikhtisar sistem irigasi permukaan ?
b. Apa yang dimaksud dengan petak tersier pada sistem irigasi permukaan ?
c. Apa yang dimaksud dengan petak sekunder pada sistem irigasi permukaan ?
d. Apa yang dimaksud dengan petak primer pada sistem irigasi permukaan ?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Peta ikhtisar pada sistem irigasi permukaan adalah peta yang menjelaskan tentang komponen-komponen yang dimiliki oleh suatu sistem jaringan irigasi permukaan.
b. Petak tersier pada sistem irigasi permukaan adalah petakan irigasi yang menerima air irigasi dari bangunan sadap tersier.

c. Petak sekunder pada sistem irigasi permukaan adlah kumpulan dari beberapa petak tersier yang airnya diperoleh dari saluran sekunder atau primer. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder.
d. Petak primer pada sistem irigasi permukaan adalah kumpulan dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer.

G. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Komponen-komponen Sistem Irigasi Permukaan, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : …………………………………………….

No.	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta

didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Tanggal Pengamatan : ....

Materi Pokok : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
		Skor Total	100

H. Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi

1. Lay Out Sistem Irigasi Permukaan

Sebelum membuat suatu sistem irigasi permukaan, maka dalam tahap perancangan harus dibuatkan terlebih dahulu lay out atau tata letak sistem irigasi permukaan. Lay out atau tata letak sistem irigasi harus menunjukkan hal-hal berikut, (1) Lokasi bangunan utama, (2) Trase jaringan irigasi dan pembuang, (3) Batas-batas dan perkiraan luas (dalam ha) jaringan irigasi dengan petak-petak primer, sekunder dan tersier serta daerah-daerah yang tidak bisa diairi, (4) Bangunan-bangunan utama jaringan irigasi dan pembuang lengkap dengan fungsi dan tipenya, (5) Konstruksi lindungan terhadap banjir, dan tanggul, (6) Jaringan jalan dengan bangunan-bangunannya.

Untuk pembuatan tata letak biasanya menggunakan peta topografi dengan skala 1 : 25.000 dan 1 : 5.000. Peta dengan skala ini cukup untuk memperlihatkan keadaan lokasi sistem irigasi agar dapat ditarik interpretasi yang tepat mengenai sifat-sifat utama lokasi tersebut. Garis-garis kontur harus ditunjukkan dalam peta ini dengan interval 0,50 m untuk daerah yang datar, dan 1,00 m untuk daerah-daerah dengan kemiringan lahan lebih dari 2 persen.

Peta topografi merupakan dasar untuk memeriksa, menambah dan memperbesar detail topografi yang sesuai, misalnya:

- Sungai dan jaringan pembuang alamiah dengan identifikasi batas-batas daerah aliran sungai, aspek ini tidak hanya terbatas sampai pada daerah irigasi saja, tetapi sampai pada daerah aliran sungai seluruhnya, dengan menggunakan peta dengan skala yang lebih kecil.
- Identifikasi punggung lahan dan kemiringan lahan di daerah irigasi.
- Batas-batas administratif desa, kecamatan, kabupaten dan sebagainya akan sangat penting artinya untuk penentuan batas petak tersier, batas kecamatan dan kebupaten penting untuk menentukan letak administratif proyek dan pengaturan kelembagaan nantinya.

Merancang Saluran dan Jaringan Irigasi

Perancangan saluran dan jaringan irigasi yang akan dibahas dalam konteks ini adalah sebagai berikut :

Saluran pembawa

Dalam saluran terbuka, ada berbagai bangunan yang digunakan untuk membawa air dari satu ruas hulu ke ruas hilir. Bangunan-bangunan ini bisa dibagi menjadi dua kelompok sesuai jenis aliran hidrolisnya yaitu:

(i) bangunan-bangunan dengan aliran subkritis, yang termasuk dalam kelompok ini adalah adalah gorong-gorong, flume, talang dan sipon.

(ii) bangunan-bangunan dengan aliran superkritis yaitu bangunan pengukur dan pengatur debit, bangunan terjun serta got miring.

Hidrolika Bangunan Irigasi

Kecepatan di bangunan pembawa

Untuk penghematan biaya pembuatan bangunan pembawa, maka kecepatan aliran di bangunan pembawa dibuat lebih besar daripada kecepatan aliran air di bagian saluran hulu maupun hilir. Untuk menghindari terjadinya

gelombang-gelombang tegak di permukaan air dan untuk mencegah agar aliran tidak menjadi kritis akibat berkurangnya kekasaran saluran atau gradien hidrolis yang lebih curam, maka bilangan Froude dari aliran yang dipercepat tidak boleh lebih dari 0,5.

Dengan istilah lain,

$$Fr = \frac{Va}{\sqrt{g * \frac{A}{B}}} \leq 0.50$$

dimana :

Fr = bilangan Froude
va = kecepatan rata – rata dalam bangunan (m/dt)
g = percepatan gravitasi, m/dt^2 (≈ 9,8)
A = luas aliran (m^2)
B = lebar permukaan air terbuka (m)

Kecepatan aliran rata–rata di saluran pembawa terbuka dapat dihitung dengan persamaan Strickler/Manning. Untuk pipa sipon beraliran penuh, lebar permukaan air sama dengan nol, jadi bilangan Froude tidak bisa ditentukan. Kecepatan yang diizinkan di dalam pipa diakibatkan oleh optimasi ekonomis bahan konstruksi, biaya, mutu konstruksi dan kehilangan tinggi energi yang ada. Untuk sipon yang relatif pendek, biasanya kecepatan alirannya kurang dari 2 m/dt.

Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah bangunan yang dipakai untuk membawa aliran air baik untuk saluran irigasi atau pembuang yang melewati bawah jalan. Gorong-gorong mempunyai potongan melintang yang lebih kecil daripada luas basah saluran hulu maupun hilir. Sebagian dari potongan melintang mungkin berada

diatas muka air. Dalam hal ini gorong-gorong berfungsi sebagai saluran terbuka dengan aliran bebas.

Gambar 15. Gorong-gorong berbentuk lingkaran

Gambar 16. Gorong-gorong persegi

Pada gorong-gorong aliran bebas, benda-benda yang hanyut dapat lewat dengan mudah, tetapi biaya pembuatannya umumnya lebih mahal dibanding gorong-gorong tenggelam. Dalam hal gorong-gorong tenggelam, seluruh potongan melintang berada dibawah permukaan air. Biaya pelaksanaan lebih murah, tetapi bahaya tersumbat lebih besar.

Kecepatan aliran

Kecepatan yang dipakai di dalam perencanaan gorong-gorong bergantung pada jumlah kehilangan energi yang ada dan geometri lubang masuk dan keluar. Untuk tujuan-tujuan perencanaan, kecepatan diambil adalah 1,5 m/dt untuk gorong-gorong di saluran irigasi, dan 3 m/dt untuk gorong-gorong di saluran pembuang.

Gorong – gorong Segi Empat

Gorong-gorong segi empat dibuat dari beton bertulang atau dari pasangan batu dengan pelat beton bertulang sebagai penutup. Gorong-gorong tipe pertama terutama digunakan untuk debit yang besar atau bila yang dipentingkan adalah gorong-gorong yang kedap air. Gorong-gorong dari pasangan batu dengan pelat beton bertulang sangat kuat dan pembuatannya mudah. Khususnya untuk tempat-tempat terpencil, gorong – gorong ini sangat ideal menyajikan contoh tipe gorong-gorong yang telah dijelaskan di atas.

Untuk gorong – gorong pendek (L < 20 m) seperti yang biasa direncana dalam jaringan irigasi, harga–harga m seperti yang diberikan pada Tabel 7.3 dapat dianggap sebagai mendekati benar atau untuk rumus :

$$Q = \mu \frac{Ag}{\sqrt{z}}$$

dimana :

Q = debit (m^3/dt)

μ = koefisien debit lihat Tabel 7…

A = luas pipa (m^3)

g = percepatan gravitasi (m/dt^2) (≈ 9,8)

z = kehilangan tinggi energi pada gorong–gorong (m)

Tabel 3. Harga-harga koefisien debit μ dalam gorong-gorong

Tinggi dasar di bangunan sama dengan di saluran		Tinggi dasar di bangunan lebih tinggi daripada di saluran		
Sisi	μ	Ambang	Sisi	μ
Segi empat	0,80	Segi empat	segi empat	0,72
Bulat	0,90	Bulat	segi empat	0,76
		Bulat	bulat	0,85

Sipon

Sipon adalah bangunan yang membawa air melewati bawah saluran lain, biasanya saluran pembuang atau jalan. Pada sipon air mengalir karena tekanan. Perencanaan hidrolis sipon harus mempertimbangkan kecepatan aliran, kehilangan kecepatan aliran pada peralihan masuk, kehilangan akibat gesekan, kehilangan pada bagian siku sipon serta kehilangan pada peralihan keluar. Diameter minimum sipon adalah 0,60 m untuk memungkinkan pembersihan dan inspeksi.

Karena sipon hanya memiliki sedikit fleksibilitas dalam mengangkut lebih banyak air daripada yang direncana, bangunan ini tidak akan dipakai dalam pembuang. Walaupun debit tidak diatur, ada kemungkinan bahwa pembuang mengangkut lebih banyak benda-benda hanyut.

Agar pipa sipon tidak tersumbat dan tidak ada orang atau binatang yang masuk secara kebetulan, maka mulut pipa ditutup dengan kisi-kisi penyaring (*trashrack*).

Biasanya pipa sipon dikombinasi dengan pelimpah tepat di sebelah hulu agar air tidak meluap di atas tanggul saluran hulu.

Di saluran-saluran yang lebih besar, sipon dibuat dengan pipa rangkap guna menghindari kehilangan yang lebih besar di dalam sipon jika bangunan itu

tidak mengalirkan air pada debit rencana. Pipa rangkap juga menguntungkan dari segi pemeliharaan dan mengurangi biaya pelaksanaan bangunan. Sipon yang panjangnya lebih dari 100 m harus dipasang dengan lubang periksa (*manhole*) dan pintu pembuang.

Kecepatan aliran

Untuk mencegah sedimentasi kecepatan aliran dalam sipon harus tinggi. Tetapi, kecepatan yang tinggi menyebabkan bertambahnya kehilangan tinggi energi. Oleh sebab itu keseimbangan antara kecepatan yang tinggi dan kehilangan tinggi energi yang diizinkan harus tetap dijaga. Kecepatan aliran dalam sipon harus dua kali lebih tinggi dari kecepatan normal aliran dalam saluran, dan tidak boleh kurang dari 1 m/dt, lebih disukai lagi kalau tidak kurang dari 1,5 m/dt Kecepatan maksimum sebaiknya tidak melebihi 3 m/dt.

Talang dan Flume

Talang adalah saluran buatan yang dibuat dari pasangan beton bertulang, kayu atau baja maupun beton ferrocement yang didalamnya air mengalir dengan permukaan bebas, dibuat melintas lembah dengan panjang tertentu (umumnya dibawah 100 m), saluran pembuang, sungai, jalan atau rel kereta api, dan sebagainya. Saluran talang minimum ditopang oleh 2 (dua) pilar atau lebih dari konstruksi pasangan batu untuk tinggi kurang 3 meter (beton bertulang pertimbangan biaya) dan konstruksi pilar dengan beton bertulang untuk tinggi lebih 3 meter.

Sedangkan flume adalah saluran-saluran buatan yang dibuat dari pasangan, beton baik yang bertulang maupun tidak bertulang, baja atau kayu maupun beton ferrocement. Didalamnya air mengalir dengan permukaan bebas, dibuat melintas lembah yang cukup panjang >60 meter atau disepanjang lereng bukit

dan sebagainya. Dasar saluran flume terletak diatas muka tanah bervarasi tinggi dari 0 meter dan maksimum 3 meter. Untuk menopang perbedaan tinggi antara muka tanah dan dasar saluran flume dapat dilaksanakan dengan tanah timbunan atau pilar pasangan batu atau beton bertulang.

Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi Permukaan

Dalam penarikan trase saluran, maka diperlukan peta topografi yang berskala 1 : 25.000 dan 1 : 50.000, dengan kemiringan lahan harus tergambar jelas. Adapun tahapan dalam perencanaan jaringan irigasi adalah sebagai berikut:

- Menentukan elevasi muka air saluran,

  Dalam menentukan muka air rencana harus sama atau dibawah elevasi tanah. Hal ini untuk menghindari agar tidak terjadi pencurian air atau penyadapan liar oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab, selain itu juga untuk menghemat biaya. Hal kedua yang harus dipertimbangkan adalah ketinggian muka air harus cukup tinggi, agar dapat mengaliri sawah-sawah yang paling tinggi pada petak-petak tersier.

- Menentukan letak bangunan sadap

  Batas-batas petak tersier ditetapkan berdasarkan peta topografi skala 1 : 5.000 dengan luas rata-rata 50 – 100 Ha. Kemudian ditentukan lokasi bangunan sadap sedemikian rupa sehingga mampu mengaliri petak tersier.

- Menentukan ketinggian muka air di bangunan sadap

  Tinggi muka air di bangunan sadap tersier pada saluran primer atau sekunder dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + \Delta h + z$$

Dimana:

P = ketinggian muka air di saluran primer atau sekunder

A = ketinggian lahan sawah

a = lapisan genangan air di sawah (10 cm)

b = kehilangan tinggi energi disaluran kuarter ke sawah (5 cm)

c = kehilangan tinggi energi di boks bagi kuarter (5 cm)

d = kehilangan tinggi energi selama pengaliran di saluran irigasi

e = kehilangan tinggi energi di boks bagi

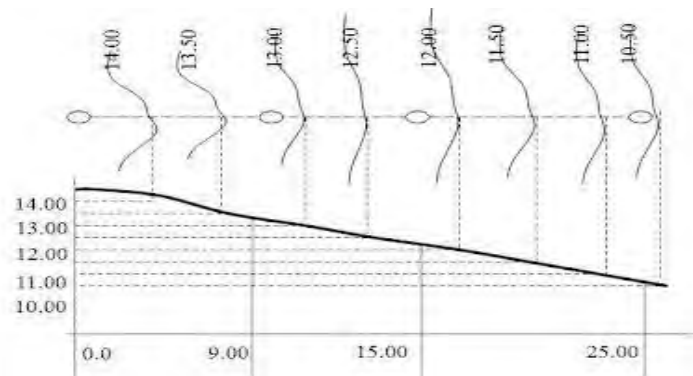
f = kehilangan tinggi energi di gorong-gorong

g = kehilangan tinggi energi di bangunan sadap

Δh = variasi tinggi muka air

z = kehilangan tinggi energi di bangunan tersier lain

- Menentukan kemiringan saluran di lapangan,

  Kemiringan saluran mengikuti kemiringan lahan pada peta topografi (kontur). Cara terbaik adalah memplot elevasi pada titik potong trase saluran dengan garis kontur

Gambar 17. Menentukan Kemiringan Saluran

- Menentukan Kemiringan Lahan (Lo)

  Kemiringan lahan tiap ruas daerah irigasi dapat ditentukan dengan persanaan :

$$Io = \frac{RWL_u - RWL_d - \Delta H_0}{L}$$

Dimana :

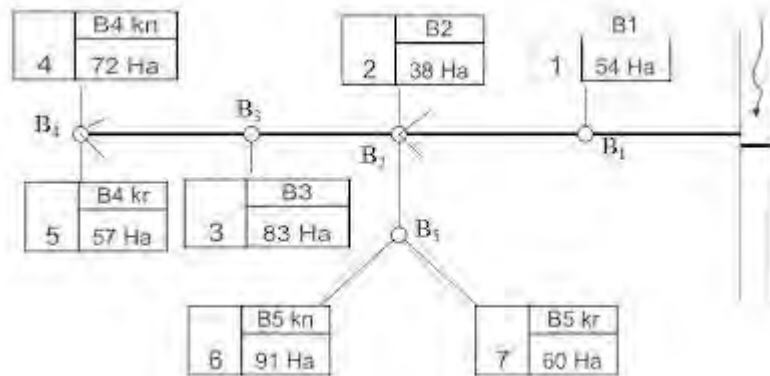
RWLu = Tinggi muka air yang diperlukan pada bangunan sadap di hulu

RWLd = Tinggi muka air yang diperlukan pada bangunan sadap di hilir

ΔH0 = Jumlah perkiraan kehilangan tinggi pada bangunan dan saluran

L = Panjang ruas

CONTOH

Daerah Irigasi M yang terdiri dari 7 petak tersier dengan skema seperti pada gambar dibawah

Gambar 18. Daerah Irigasi M

Untuk masa tanam pada musim kemarau (awal) pada periode 1 direncanakan budidaya tanaman sebagai berikut :

Jenis Tanaman	Petak (Ha)						
	1	2	3	4	5	6	7
Padi	28	18	41	37	27	49	31
Tebu	8	6	15	12	8	16	9
Palawija	18	14	27	23	22	26	20
Jumlah	54	38	83	72	57	91	60

Kebutuhan air untuk masing-masing jenis tanaman telah ditetapkan sebagai berikut, yaitu (1) Padi = 1.00 l/det/ha, (2) Tebu = 0.50 l/det/ha dan (3) Palawija = 0.25 l/det/ha. Jika diasumsikan kehilangan air di jaringan primer dan sekunder = 15 %, dan di jaringan tersier = 25 % dan debit yang tersedia di bendung = 406 l/det, maka :

a. Hitunglah kebutuhan air untuk masing-masing petakan
b. Hitung kebutuhan air di pintu tersier

Penyelesaian :

a. Kebutuhan air untuk masing-masing petakan

Petak 1	=100%/(100%-25%) x (28 x 1 + 8 x 0.5 + 18 x 0.25)	= 48.67 l/det
Petak 2	=100%/(100%-25%) x (18 x 1 + 6 x 0.5 + 14 x 0.25)	= 33.67 l/det
Petak 3	=100%/(100%-25%) x (41 x 1 + 15 x 0.5 + 27 x 0.25)	= 73.67 l/det
Petak 4	= 100%/(100%-25%) x (37x 1 + 12 x 0.5 + 23 x 0.25)	= 65.00 l/det
Petak 5	= 100%/(100%-25%) x (27x1 + 8x0.5 + 22x0.25)	= 48.67 l/det
Petak 6	= 100%/(100%-25%) x (49x1 + 16x0.5 + 26x0.25)	= 84.67 l/det
Petak 7	= 100%/(100%-25%) x (31 x 1 + 9 x 0.5 + 20 x 0.25)	= 54.00 l/det
	Jumlah	= 408.35 l/det

Kehilangan air di saluran primer dan sekunder = 0.15 x 408.35 l/det = 61.25 l/det.

Kebutuhan air di bendung = 408.35 l/det + 61.25 l/det = 469.6 l/det

Faktor keamanan (k) air = 406 / 469.6 = 0.86

Agar pembagian air adil, maka tiap petak dikalikan dengan angka keamanan (k) tersebut. Debit (Q) yang diperlukan di pintu pengambilan :

$$Qd = \frac{Qf}{1 - L}$$

Dimana:

Qd = kebutuhan air di bangunan pengambilan

Qf = kebutuhan air di sawah

L = Prosentase kehilangan air

Kebutuhan air di pintu B2 = (100%/(100%-15%) x (0.86)(38+91+60))= 191.22 l/det.

Kebutuhan air di pintu B4 = (100%/(100%-15%) x (0.86)(72+57)) = 130.52 l/det

2. Tugas

Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi Permukaan

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi Permukaan. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Perancangan Sistem Irigasi Permukaan. Amati Sistem Irigasi Permukaan yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Perancangan Sistem Irigasi Permukaan yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Perancangan Sistem Irigasi Permukaan, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik

Menganalisis Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi Permukaan

Pendahuluan

Perancangan Saluran dan Jaringan Irigasi Permukaan adalah kegiatan yang harus dilakukan sebelum sistem irigasi permukaan dibuat. Pembuatan sistem irigasi permukaan harus didasarkan pada perancangan ini.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis kelayakan saluran dan jaringan sistem irigasi permukaan di lapangan, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Sistem irigasi permukaan
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja.

b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda.

c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar.

Cara kerja

Menganalisis Perancangan Sistem Irigasi Permukaan

1. Baca materi tentang perancangan sistem irigasi permukaan.
2. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
3. Amati sistem irigasi permukaan yang ada, apakah sesuai dengan lay out yang umum, beri komentar Anda.
4. Ukur kecepatan aliran pada saluran irigasi, apakah sesuai dengan ketentuan.
5. Tentukan sample saluran irigasi, ukur kemiringan saluran irigasi, apakah sesuai dengan ketentuan.
6. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasikan di depan kelas.

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

LEMBAR REFLEKSI

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

4. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan lay out system irigasi permukaan, jelaskan!
b. Jelaskan kelompok bangunan pada saluran pembawa air irigasi yang memiliki sifat aliran sub kritis?
c. Jelaskan kelompok bangunan pada saluran pembawa air irigasi yang memiliki sifat aliran super kritis!
d. Jelaskan mengapa dalam merancang saluran irigasi, kecepatan air pada saluran tidak boleh lebih dari 2 meter/detik ?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Lay out atau tata letak sistem irigasi adalah suatu gambar yang menunjukkan hal-hal berikut, (1) Lokasi bangunan utama, (2) Trase

jaringan irigasi dan pembuang, (3) Batas-batas dan perkiraan luas (dalam ha) jaringan irigasi dengan petak-petak primer, sekunder dan tersier serta daerah-daerah yang tidak bisa diairi, (4) Bangunan-bangunan utama jaringan irigasi dan pembuang lengkap dengan fungsi dan tipenya, (5) Konstruksi lindungan terhadap banjir, dan tanggul, (6) Jaringan jalan dengan bangunan-bangunannya.

b. Kelompok bangunan pada saluran pembawa air irigasi yang memiliki sifat aliran sub kritis adalah gorong-gorong, flume, talang dan sifon.
c. Kelompok bangunan pada saluran pembawa air irigasi yang memiliki sifat aliran super kritis adalah bangunan pengukur dan pengatur debit, bangunan terjun dan got miring.
d. Dalam merancang saluran irigasi, kecepatan aliran dalam saluran tidak boleh melebihi 2 meter/detik bertujuan agar saluran, baik dasar saluran maupun dinding saluran tidak tergerus oleh kecepatan aliran.

I. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Perancangan Saluran dan Jaringan, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-

kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ………………………………………….…..

Kelas : ……………………………………………...

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ……………………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor

		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………..

No.	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ……………………………………………………..

Kelas : ……………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : …………………………………………………….

Materi Pokok : ……………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Apa yang dimaksud dengan lay out saluran irigasi dan jaringan irigasi ?	Lay out saluran dan system irigasi adalah gambaran yang menjelaskan tentang tata letak saluran dan jaringan irigasi permukaan.	10
2.	Jelaskan bangunan saluran pembawa air yang memiliki aliran sub kritis!	Bangunan saluran pembawa air irigasi yang memiliki sifat aliran sub kritis adalah gorong-gorong, flume, talang dan sipon.	10
3.	Jelaskan bangunan saluran pembawa air yang memiliki aliran super kritis!	Bangunan saluran pembawa air irigasi yang memiliki sifat aliran super kritis adalah bangunan pengukur dan pengatur debit, bangunan terjun dan got miring.	10
4.	Jelaskan alasan mengapa kecepatan aliran di bangunan pembawa lebih besar dari kecepatan aliran air dibagian hulu dan hilirnya!	Alasan mengapa kecepatan aliran pada saluran pembawa harus lebih besar dari pada kecepatan aliran air di bagian hulu dan hilirnya adalah masalah penghematan.	10
5.	Mengapa pada saluran pembawa, kecepatan aliran tidak boleh melebih nilai 0.5 jika diukur dengan bilangan Froud.	Kecepatan aliran pada saluran pembawa tidak boleh melebihi nilai 0.5 jika diukur dengan bilangan Froud adalah untuk menghindari terjadinya gelombang tegak di permukaan air dan untuk mencegah agar tidak terjadi aliran kritis.	10
6.	Kecepatan aliran pada gorong-gorong saluran	Kecepatan aliran pada gorong-gorong saluran irigasi tidak	10

	irigasi tidak boleh melebihi 1.5 m/detik, mengapa ?	boleh melebihi 1.5 m/detik adalah untuk menghindari terjadi gerusan pada saluran baik di dasar atau dinding saluran akibat kecepatan air.	
7.	Apa yang harus dipertimbang-kan dalam perencanaan hidrolis sipon ?	Dalam perencanaan hidrolis sipon harus mempertimbangkan hal-hal berikut, yaitu kecepatan aliran, kehilangan kecepatan aliran pada peralihan masuk, kehilangan aliran akibat gesekan, dan belokan sipon.	10
8.	Jelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perencanaan saluran irigasi permukaan	Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam perancangan saluran dan jaringan irigasi adalah, (1) menentukan elevasi muka air saluran, (2) menentukan letak bangunan sadap, (3) menentukan ketinggian air pada bangunan sadap.	10
9.	Jelaskan komponen-komponen yang harus ditentukan dalam menentukan ketinggian muka air di bangunan sadap!	Komponen-komponen yang harus ditentukan dalam menentukan ketinggian muka air di bangunan sadap adalah (1) ketinggian muka air di saluran primer atau sekunder, (2) ketinggian lahan sawah, (3) lapisan genangan air di sawah, (4) kehilangan tinggi energi disaluran kuarter ke sawah, (5)kehilangan tinggi energi di boks bagi kuarter , (6) kehilangan tinggi energi selama pengaliran di saluran irigasi, (7) kehilangan tinggi energi di boks bagi, (8) kehilangan tinggi energi di gorong-gorong, (9) kehilangan tinggi energi di bangunan sadap, (10) variasi tinggi muka air, (11) kehilangan tinggi energi di bangunan tersier lain	20

		Skor Total	100

J. Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan

1. Pengoperasian

Dalam arti yang sempit, operasi jaringan irigasi adalah pengaturan pintu-pintu pada bangunan air (bendung, bangunan bagi dan lain-lain) untuk menyadap air dari sumber air, mengalirkannya ke dalam jaringan irigasi, memasukan air kepetak-petak sawah, serta membuang kelebihari air ke saluran pembuang. Dalam arti yang luas, operasi adalah usaha-usaha untuk memanfaatkan prasarana irigasi (jaringan irigasi) secara optimal

Menurut PP No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi dalam pasal 1, Operasi jaringan irigasi adalah upaya pengaturan air pada jaringan irigasi yang meliputi penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangannya termasuk kegiatan membuka menutup pintu bangunan irigasi, menyusun rencana tata tanam, menyusun sistem golongan, menyusun rencana pembagian air, kalibrasi, pengumpulan data, monitoring dan evaluasi.

Kegiatan operasi meliputi :

❑ Pengumpulan Data

Adapun data yang harus dikumpulkan untuk keperluan operasi yang baik dan benar serta kesinambungannya, meliputi data:

1) Data hidrologi antara lain data debit air tersedia,
2) Data agroklimatologi antara lain kebutuhan air tanaman; dan
3) Data jenis tanaman, macam, dan arealnya.

❑ Penyediaan Air Irigasi

Penyediaan dan pengaturan air irigasi dimulai dan air yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman yang berasal dan:

1) Air hujan yang jatuh di daerah yang bersangkutan; dan

2) Air irigasi dan sumber air (sungai, waduk, mata air, air tanah yang dipompa).

Penyediaan air irigasi ditujukan untuk mendukung produktivitas lahan dalam rangka meningkatkan produksi pertanian yang maksimal dengan tetap memperhatikan kepentingan lainnya. Penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi bagi pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada merupakan prioritas utama penyediaan sumber daya air di atas semua kebutuhan.

Kebutuhan air irigasi di Indonesia umumnya diambil dari sumber air, seperti sungai yang tidak didukung oleh waduk yang diperkirakan meliputi ± 89% dari total areal irigasi, sedangkan yang sudah didukung waduk baru sekitar ± 11 % dan total areal irigasi.

Karena jumlah air yang tersedia di sungai selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu, maka perlu ditentukan besarnya debit air yang tersedia, yang diharapkan agar secara pasti dapat dipergunakan sebagai dasar perencanaan untuk mengatur rencana pembagian air dan menentukan rencana tata tanam.

Debit air tersedia tidak dapat dimanipulasi dalam arti disimpan dulu, tetapi semua kegiatan yang berkaitan dengan memanfaatkan air irigasi harus menyesuaikan dengan debit yang tersedia, baik waktu pemanfaatan dan jumlahnya. Waktu tersedianya juga cenderung makin pendek sebagai akibat rusaknya hutan daerah tangkapan air di bagian hulu, sebaliknya jumlah tersedianya melebihi yang dibutuhkan, dimana terjadi banjir dan tidak dapat dimanfaatkan.

Rencana tahunan penyediaan air irigasi pada setiap daerah irigasi disusun oleh dinas kabupaten/kota atau dinas provinsi yang membidangi irigasi sesuai dengan kewenangannya berdasarkan usulan perkumpulan petani pemakai air

(P3A) dan atau pemakai air irigasi lainnya. Rencana tahunan penyediaan air irigasi tersebut harus dibahas dan disepakati dalam komisi irigasi.

Penyusunan Rencana pola Tanam

Pola tanam adalah gambaran rencana tanam berbagai jenis tanaman yang akan dibudidayakan dalam suatu lahan beririgasi dalam satu tahun. Faktor-faktor yang mempengaruhi pola tanam antara lain, (1) Ketersediaan air dalam satu tahun, (2) Prasarana yang tersedia dalam lahan tersebut, (3) Jenis tanah setempat, (4) Kondisi umum daerah tersebut, misal genangan, (5) kebiasaan dan kemampuan petani setempat.

Penetapan pola tata tanam diperlukan untuk usaha peningkatan produksi pangan. Pola tata tanam adalah macam tanaman yang diusahakan dalam satu satuan luas pada satu musim tanam. Sedang pola tanam adalah susunan tanaman yang diusahakan dalam satu satuan luas pada satu tahun. Pola tata tanam yang berlaku pada setiap daerah akan berbeda dengan daerah lain, karena karakteristik setiap daerah juga berbeda.

Ada dua hal pokok yang mendasari diperlukannya pola tata tanam, (1) Persediaan air irigasi di musim kemarau yang terbatas, (2) pemanfaatan air irigasi yang terbatas harus dengan sebaik-baiknya, sehingga tiap petak mendapatkan air sesuai dengan jumlah yang diperlukan.

Tata tanam adalah upaya pengaturan air yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, jenis tanaman dan luas baku sawah pada suatu lahan pertanian. Rencana tanam yang dilakukan agar tidak terjadi kekacauan dalam pembagian dan pemberian air. Rencana tata tanam yang disusun meliputi (1) Rencana luas tanam, (2) Awal pemberian air (pembibitan, garapan dan tanam), (3) Akhir pemberian air.
Faktor-faktor yang mempengaruhi pola tata tanam adalah:

Iklim

Keadaan pada musim hujan dan musim kemarau akan berpengaruh pada persediaan air untuk tanaman dimana pada musim hujan maka persediaan air untuk tanaman berada dalam jumlah besar, sebaliknya pada musim kemarau persediaan air akan menurun.

Topografi

Merupakan letak atau ketinggian lahan dari permukaan air laut, berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban udara dimana keduanya mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Debit Air yang Tersedia

Debit air pada musim hujan akan lebih besar dibandingkan pada musim kemarau, sehingga haruslah diperhitungkan apakah debit saat itu mencukupi jika akan ditanam suatu jenis tanaman tertentu.

Sosial Ekonomi

Dalam usaha pertanian faktor ini merupakan faktor yang sulit untuk dirubah, sebab berhubungan dengan kebiasaan petani dalam menanam suatu jenis tanaman.

Tujuan pola tata tanam adalah untuk memanfaatkan persediaan air irigasi seefektif mungkin, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Sedangkan tujuan dari penerapan pola tata tanam adalah sebagai berikut:

- Menghindari ketidakseragaman tanaman.
- Menetapkan jadwal waktu tanam agar memudahkan dalam usaha pengelolaan air irigasi.
- Peningkatan efisiensi irigasi.
- Persiapan tenaga kerja untuk penyiapan tanah agar tepat waktu.

- Meningkatkan hasil produksi pertanian.

Berdasarkan pada tujuan pola tata tanam diatas ada beberapa faktor yang diperhatikan untuk merencanakan pola tata tanam, yaitu:

Awal tanam

Wilayah Indonesia memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Oleh karena itu dalam pola tata tanam awal tanam merupakan hal yang penting untuk direncanakan. Pada awal tanam, biasanya musim hujan belum turun sehingga persediaan air relatif kecil. Untuk menghindari kekurangan air, maka urutan tata tanam pada waktu penyiapan lahan diatur sebaik-baiknya.

Jenis tanaman

Setiap jenis tanaman mempunyai tingkat kebutuhan air yang berdeda-beda. Berdasarkan hal tersebut, jenis tanaman yang diusahakan harus diatur agar kebutuhan air dapat terpenuhi. Adapun jenis tanaman yang diusahakan adalah:

Tanaman padi

Padi merupakan tanaman yang memerlukan banyak air selama pertumbuhannya. Perkiraan kebutuhan air untuk tanaman padi adalah 4 kali kebutuhan air untuk tanaman palawija.

Tanaman tebu

Selain tanaman padi, tanaman lain yang perlu diperhatikan dalam hal pengairan adalah tanaman tebu. Tanaman tebu diberi air secukupnya pada musim kemarau tetapi tebu tidak perlu diairi pada musim hujan. Perkiraan kebutuhan air untuk tanaman tebu adalah 1,5 kali kebutuhan air untuk tanaman palawija.

Tanaman palawija

Yang termasuk dalam tanaman palawija antara lain adalah jagung, kedelai, tembakau, kapas, cabe, kacang dan lain-lain. Tumbuhan tersebut biasanya ditanam dalam musim kemarau dan tidak membutuhkan banyak air. Kebutuhan air untuk tanaman palawija adalah 0,2-0,25 l/dtk/ha.

Luas areal

Semakin luas areal persawahan yang diairi, maka kebutuhan air irigasi semakin banyak. Pengaturan luas tanaman akan membatasi besarnya kebutuhan air tanaman. Pengaturan ini hanya terjadi pada daerah yang airnya terbatas. Luas tanam juga mempengaruhi besarnya intensitas tanam. Intensitas tanam adalah perbandingan antara luas tanam per tahun dengan luas lahan.

Debit yang tersedia

Apabila debit yang tersedai cukup besar, maka hampir semua jenis tanaman dapat dipenuhi kebutuhannya sehingga pada umumnya pemberian air dapat dilakukan terus-menerus.

Jenis pola tanam

Penentuan jenis pola tata tanam biasanya disesuaikan dengan debit air yang tersedia pada setiap musim tanam. Jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan menjadi, (a) Padi – Padi, (b) Padi – Padi – Palawija, (3) Padi – Palawija – Palawija

Sistem Golongan

Jika debit air yang tersedia sudah diketahui, langkah selanjutnya adalah mengatur perlu tidaknya sistem golongan, hal ini disebabkan untuk pengolahan tanah pada awal musim tanam padi dipenlukan air sangat banyak, terutama bagi tanaman musim hujan yang justru harus dimulai pada akhir musim kemarau, dimana debit sungai pada umumnya masih kecil dan curah hujan masih sedikit. Oleh karena itu untuk pengaturan air irigasi perlu dilakukan dengan sistem golongan, dimana awal pengolahan tanah seluruh daerah irigasi tidak serentak.

Caranya daerah irigasi tersebut dibagi-bagi menjadi beberapa bagian (3-5 bagian/golongan), dimana awal pemberian air untuk masing-masing bagian tidak sama. Pada umumnya berjarak 10 atau 15 hari antara golongan yang satu dengan

golongan benikutnya. Cara ini disebut pembagian air secara golongan, masing-masing bagian daerah irigasi tersebut dinamakan golongan. Dengan sistem golongan ini terdapat keuntungan berupa dapat diperkecilnya dimensi saluran dan bangunan, akibat dapat diperkecilnya puncak kebutuhari air.

Rencana Pembagian Air

Rencana tahunan pembagian air irigasi disusun oleh dinas kabupaten/kota atau dinas provinsi yang membidangi irigasi sesual dengan kewenangannya berdasarkan rencana tahunan penyediaan air irigasi usulan perkumpulan petani pemakai air (P3A) dan pemakai air untuk kepentingan lainnya.

Rencana pembagian air irigasi ditetapkan oleh bupati/walikota atau gubernur sesuai dengan kewenangan dan atau penyelenggaraan wewenang yang dilimpahkan kepada pemenintah daerah yang bersangkutan, sedangkan rencana tahunan pemberian air irigasi pada daerah irigasi lintas provinsi dan

strategis nasional yang belum dilimpahkan kepada pemenintah provinsi atau pemenintah kabupaten/kota disusun oleh instansi tingkat pusat yang membidangi irigasi dan disepakati bersama dalam forum koordinasi komisi irigasi atau yang disebut dengan nama lain dan ditetapkan oleh Menteri sesuai dengan hak guna air untuk irigasi yang tetah ditentukan atau kebutuhan air irigasi yang diperlukan berdasarkan usulan petani.

Pemberian Air Irigasi

Rencana pemberian air irigasi disusun oleh dinas kabupaten/kota atau dinas provinsi yang membidangi irigasi sesuai dengan kewenangannya berdasarkan rencana tahunan penyediaan air irigasi, usulan perkumpulan petani pemakai air (P3A) dan pemakai air untuk kepentingan lainnya. Rencana pemberian air irigasi harus disepakati oleh komisi irigasi kabupaten/kota atau komisi irigasi provinsi sesuai dengan cakupan tugasnya berdasarkan, (1) kebutuhan air irigasi yang diperlukan; dan, (2) kesepakatan dengan perkumpulan petani pemakai air (P3A).

Ada beberapa kondisi yang harus diperhatikan untuk menerapkan cara pemberian air irigasi ke petak tersier yaitu:

(1) Jika kondisi debit Iebih besar dari 70% debit rencana

Air irigasi dan saluran primer dan sekunder diatirkan secara terus menerus (*continuous flow*) ke petak-petak tersier metalui pintu sadap tersier. Dalam petak tersien air tetap mengatir dan petak sawah yang lebih tinggi ke petak sawah yang tebih rendah. Jika ada kelebihari air maka air dan petak sawah yang terendah akan masuk ke saluran pembuang.

(2) Kondisi debit kurang dari 70 % sampai dengan 50 % dari debit rencana

- Apabila kondisi debit tersedia kurang dari 70% sampai dengan 50% dari debit rencana, maka pelaksanaan pemberian air ke petak-petak tersier dilakukan dengan rotasi. Pelaksanaan rotasi dapat diatur

antar sekunder, misal suatu jaringan irigasi mempunyai 2 (dua) sekunder yaitu sekunder A dan sekunder B, maka selama 3 (tiga) hari air irigasi dialirkan ke sekunder A dan 3 (tiga) hari berikutnya ke sekunder B begitu setiap 3 (tiga) hari ditakukan pergantian sampai suatu saat debitnya kembali normal dan pemberian air berubah menjadi continuous flow.

- Rotasi juga dapat dilakukan antar petak tersier, dimana petak-petak tersier sudah diberi nomor 1, 2, 3, dan pada umumnya tidak lebih dan 4 maka, tiap 3 (tiga) hari pertama air dialirkan ke petak-petak tersier yang bernomor ganjil dan 3 (tiga) hari berikutnya dialirkan ke petak-petak tersier yang bernomor genap.

(3) Cara pemberian air intermitten

Cara pembenian air intermitten biasanya dilaksanakan jika jaringan irigasi mempunyai sumber air dari waduk, atau dan sistem irigasi pompa, dimana misalnya 1 (satu) minggu air waduk dialirkan ke jaringan irigasi dan 1 (satu) minggu kemudian waduknya ditutup demikian seterusnya sehingga setiap minggu dapat air dan satu minggu kemudian tidak dapat air. Pada sistem irigasi pompa, juga demikian misalnya 1 (satu) hari pompa dihidupkan dan 1 (satu) hari kemudian tidak dihidupkan.

Melaksanakan Tata Tanam dan Pembagian Air

Tata tanam yang telah disusun harus dilaksanakan sesuai dengan waktu dan besaran/volume pembagian air yang direncanakan walaupun dalam pelaksa-naannya sering dijumpai rencana pembagian air kurang dari volume rencana disebabkan debit tersedia (dependable flow) meleset 20%. Ditambah faktor penggundulan daerah tangkapan air (*catchment area*), maka lebih sering mengalami kekurangan air.

Kalibrasi

Kegiatan kalibrasi dimaksudkan untuk menera kebenaran debit yang keluar baik dari pintu bendung, bangunan bagi primer dan bagunan bagi sekunder. Peneraan biasanya menggunakan alat current meter dan pelampung.

Monitoring dan Evaluasi

Kegiatan operasi berkaitan dengan pembagian air irigasi, agar pembagian dapat adil dan merata maka kegiatan operasi pada jaringan utama sampai dengan kegiatan pada pintu tersier harus dilaksanakan oleh aparat/petugas Dinas PU Pengairan (swakelola).

2. Pemeliharaan Jaringan Irigasi

Menurut PP No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi dalam pasal 1, Pemeliharaan Jaringan Irigasi adalah upaya menjaga dan mengamankan jaringan irigasi agar selalu berfungsi dengan baik guna memperlancar pelaksanaan operasi dan mempertaharikan kelestariannya.

Jaringan inigasi dapat cepat rusak karena adanya hujan/air, sengatan sinar dan panas matahari secara Iangsung, hewan/manusia, tanaman liar, atau karena rancangan dan konstruksi fasilitas dan jaringan yang kurang baik, sehingga:

- Sinar matahari yang panas akan mengakibatkan keretakan yang memudahkan badan saluran terkikis;
- Hujan lebat akan menekan dan menerpa badan bangunan sehingga mudah tergerus atau tererosi;
- Air yang mengalir deras melebihi kecepatan rencana, akan mengikis badan saluran sehingga proses penggerusan dan erosi akan terjadi sangat mudah;
- Keberadaan hewan yang dilepas secara liar di sekitar bangunan dan fasilitas inigasi akan dapat menusak fasilitas tersebut apabila tidak ditangani secara baik,

- Bagian dan tanaman liar (daun, batang, akar) akan mengganggu kelancaran pengaliran air;
- Ukuran, letak, spefisikasi, dan kualitas bangunan yang tidak tepat akan berpengaruh negatif terhadap pemeliharaan jaringan; dan
- Sementara itu, perbuatan manusia yang seringkali kurang sadar dan kurang memahami pentingnya upaya pembagian air, dengan sendirinyaakan banyak berpengaruh terhadap tidak efektifnya fungsi jaringan irigasi.

Kegiatan Pemeliharaan Jaringan Irigasi meliputi :

Pengamanan

Kegiatan pengamanan jaringan irigasi antara lain:

- Membuat bangunan pengamanan ditempat-tempat yang berbahaya, misalnya, di sekitar bangunan utama, siphon, ruas saluran yang tebingnya curam, daerah padat penduduk dan lain sebagainya.
- Penyediaan tempat mandi hewan dan tangga cuci.
- Pemasangan penghalang di jalan inspeksi dan tanggul-tanggul saluran berupa portal, patok.

Kegiatan pencegahan antara lain:

- Melarang pengambilan batu, pasir dan tanah pada lokasi ± 500 m sebelah hulu dan ± 1.000 m sebelah hilir bendung irigasi atau sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Melarang memandikan hewan selain di tempat yang telah ditentukan dengan memasang papan larangan.
- Menetapkan garis sempadan saluran sesuai ketentuan dan peraturan yang berlaku.
- Memasang papan larangan tentang penggarapan tanah dan mendirikan bangunan di dalam garis sempadan saluran.

- Petugas pengelola irigasi harus mengontrol patok-patok batas tanah pengairan supaya tidak dipindahkan oleh masyarakat.
- Memasang papan larangan untuk kendaraan yang melintas jalan inspeksi yang melebihi kelas jalan.
- Melarang mandi di sekitar bangunan atau lokasi-lokasi yang berbahaya.
- Melarang mendirikan bangunan dan atau menanam pohon di tanggul saluran irigasi.
- Mengadakan penyuluhari/sosialisasi kepada masyarakat dan instansi terkait tentang pengamanan fungsi Jaringan Irigasi.

Pemeliharaan Rutin

Kegiatan perawatan rutin ini biasanya muncul setiap tahun seperti:

- Membersihkan sampah, lumpur dan lain-lain pada bangunan ukur dan pintu air
- Memotong rumput dan tumbuhan pengganggu di sepanjang saluran
- Merapihkan lubang saluran
- Menutup bocoran kecil
- Memberi pelumas pintu air

Pemeliharaan Berkala

Kegiatan pemeliharaan berkala meliputi:

a. Kegiatan pemeliharaan berkala yang muncul setiap 2 tahun sampai dengan 5 tahun, misalnya:

   - ❑ Mengecat pintu air
   - ❑ Mengganti skolt balk yang lapuk
   - ❑ Menggali endapan di saluran
   - ❑ Memperbaiki sayap bangunan, tembok saluran

- Memperbaiki dan mengecat rumah bangunan-bangunan bagi

b. Kegiatan pemeliharaan berkala yang muncul setiap 5-10 tahun, misalnya:

   - Meninggikan tanggul saluran
   - Memperbaiki bendung (sayap, pintu air dan lain-lain)
   - Mengganti pintu air yang rusak
   - Memperbaiki kerusakan akibat bencana alam secara permanen, dimana lebih dulu sudah dilaksanakan dengan perbaikan darurat.
   - Membeli kendaraan roda 4 (untuk mengganti yang sudah rusak)
   - Membeli peralatan hidrologi/hidrometri
   - Meninggikan tanggul sungai, tanggul saluran
   - Memperbaiki bendung (sayap, pintu air, dll)
   - Mengganti pintu air yang rusak
   - Menambah bangunan baru seperti : lining saluran, gorong-gorong, pintu air dan lain-lain (biasanya masuk program penyempurnaan).
   - Kegiatan-kegiatan yang dikategorikan masuk program peningkatan seperti pintu sorong diganti dengan pintu Romijn, pintu bendung dilengkapi dengan mesin listrik, jalan inspeksi diperkeras, dll.

Perbaikan Darurat

Perbaikan darurat adalah perbaikan sebagai akibat bencana alam dan/atau kerusakan berat akibat terjadinya kejadian luar biasa dan perlu penanggulangan darurat agar jaringan irigasi dapat segera berfungsi. Tergantung pada tingkat kerusakannya, maka pelaksanaan kegiatan perbaikan darurat dapat dilaksanakan oleh petani, pengurus P3A atau petugas pemerintah (kondisi seperti ini dengan sendirinya memerlukan musyawarah untuk kesepakatan). Kemudian kalau sudah tersedia dana, barulah dilaksanakan perbaikan permanen dikemudian hari.

Kegiatan pemeliharaan selalu berkaitan dengan fisik jaringan irigasi, oleh karena itu pelaksanaan pemeliharaan dapat dilaksanakan secara swakelola atau dapat dikontrakkan.

3. Tugas

Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan. Amati Sistem Irigasi Permukaan yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik

Menganalisis Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan

Pendahuluan

Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan adalah suatu aktivitas yang tidak boleh dilupakan. Karena kedua aktivitas ini akan menjamin sutau system irigasi dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis Sistem Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan di lapangan, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Sistem irigasi permukaan
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara Kerja

Menganalisis Sistem Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan

1. Baca materi tentang Sistem Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem irigasi permukaan.
2. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
3. Amati sistem pengoperasian dan perawatan system irigasi permukaan yang ada, dan catat, beri komentar Anda.
4. Verifikasi data catatan pengoperasian dan pemeliharaan yang Anda peroleh dengan petugas yang menangani masalah pengoperasian dan pemeliharaan Sisitem Irigasi Permukaan.
5. Simpulkan hasil analisa yang Anda lakukan.

6. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasikan di depan kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

   ....

   ....

   ....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

LEMBAR REFLEKSI

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan pengoperasian sistem irigasi permukaan, jelaskan!
b. Jelaskan kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam pengoperasian sistem irigasi permukaan!
c. Data-data apa saja yang diperlukan untuk kepentingan pengoperasian system irigasi ?, jelaskan!

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Pengoperasian dan pemeliharaan sistem irigasi permukaan adalah kegiatan yang dilakukan oleh petugas irigasi agar sistem irigasi dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan perencanaan sistem irigasi.
b. Jenis-jenis kegiatan yang dilakukan dalam pengoperasian sistem irigasi adalah pengaturan pintu-pintu pada bangunan air untuk menyadap air dari sumber air, mengalirkannya ke dalam jaringan irigasi, memasukan air kepetak-petak sawah, serta membuang kelebihari air ke saluran pembuang.
c. Data yang harus dikumpulkan untuk keperluan pengoperasian system irigasi permukaan adalah (1) data hidrotogi antara lain data debit air tersedia, (2) data agroklimatologi antara lain kebutuhan air tanaman; dan (3) data jenis tanaman, macam, dan arealnya.

K. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 7 tentang Sistem Irigasi Permukaan sub materi Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Permukaan, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering

tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………….

Kelas : ……………………………………………….

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………….

Materi Pokok : ……………………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
	presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : …………………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta

didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ……………………………………………………..

Kelas : ……………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : …………………………………………………….

Materi Pokok : ……………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Apa yang dimaksud dengan pengoperasian jaringan irigasi berdasarkan PP No 20 tahun 2006 ?	Menurut PP No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi dalam pasal 1, Operasi jaringan irigasi adalah upaya pengaturan air pada jaringan irigasi yang meliputi penyediaan, pembagian, pembe-rian, penggunaan dan pembuang-annya termasuk kegiatan membuka menutup pintu bangunan irigasi, menyusun rencana tata tanam, menyusun sistem golongan, menyusun rencana pembagian air, kalibrasi, pengumpulan data, monitoring dan evaluasi.	20
2.	Data apa saja yang diperlukan untuk pengoperasian sistem irigasi ?	Data-data yang diperlukan untuk pengoperasian system irigasi adalah (1) data hudrologi yang meliputi data debit air tersedia, (2) data agroklimatologi (kebu-tuhan air tanaman), (3) data jenis tanaman, dan areal tanaman.	15
3.	Jelaskan sumber air yang dipergunakan untuk memenu-hi kebutuhan tanaman !	Sumber air yang dapat dipergunakan untuk kebutuhan air irigasi adalah (1) air hujan, (2) air irigasi dan sumber air.	10
4	Apa tujuan mengetahui jumlah air yang tersedia pada sumber air irigasi ?	Tujuan mengetahui jumlah air yang tersedia adalah sebagai dasar perencanaan untuk mengatur rencana pembagian air dan rencana tata tanam.	10
5.	Apa yang dimaksud dengan pola tata tanam ?	Pola tata tanam adalah macam tanaman yang diusahakan dalam satu satuan luas pada satu musim tanam.	10
6.	Apa yang dimaksud dengan pola tanam ?	Pola tanam adalah susunan tanaman yang diusahakan dalam satu satuan luas pada satu tahun.	10
7.	Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pola tanam !	Faktor-faktor yang mempenga-ruhi pola tanam adalah (1) ketersediaan air dalam setahun,	15

		(2) prasarana yang tersedia dalam lahan tersebut, (3) Jenis tanah setempat, (4) Kondisi umum daerah tersebut, misal genangan, (5) kebiasaan dan kemampuan petani setempat	
8.	Apa hal pokok yang mendasari diperlukannya pola tata tanam ?	Hal pokok yang mendasari diperlukannya pola tata tanam, (1) persediaan air irigasi di musim kemarau yang terbatas, (2) pemanfaatan air irigasi yang terbatas harus denngan sebaik-baiknya, sehingga tiap petak mendapatkan air sesuai dengan jumlah yang diperlukan.	10
		Skor Total	100

Kegiatan Pembelajaran 8. Sistem Drainase Lahan Pertanian

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 8 tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian berisikan 3 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengertian drainase, (2) Jenis-jenis drainase, (3) Perancangan sistem drainase lahan

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 8 tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian, diharapkan Anda dapat:

a. Menganalisi pengertian drainase,
b. Menganalisis Jenis-jenis saluran drainase,
c. Perancangan sistem drainase lahan

2. Uraian Materi

Sistem Drainase Lahan Pertanian

Perhatikan gambar 8. 1 berikut ini. Gambar tersebut adalah suatu kondisi lahan yang selalu tergenang atau dengan kata lain lahan dengan sistem drainase jelek. Lahan dengan drainase jelek atau tergenang, umumnya tidak dapat digunakan sebagai lahan untuk bercocok tanaman selain padi. Karena tanaman akan mati, dimana akan tanaman tidak dapat memperoleh oksigen untuk respirasi akar tanaman, selain itu akar tanaman akan membusuk, dan akibatnya tanaman akan mati. Agar lahan tersebut dapat ditanami maka kondisi drainase lahan harus diperbaiki.

Gambar 19. Lahan dengan Drainase yang Jelek

Pengertian Drainase

Drainase lahan pertanian didefinisikan sebagai pembuatan dan pengoperasian suatu sistem dimana aliran air dalam tanah diciptakan sedemikian rupa sehingga baik genangan maupun kedalaman air tanah dapat dikendalikan sehingga bermanfaat bagi kegiatan usahatani.

Definisi lainnya, drainase lahan pertanian adalah suatu usaha membuang kelebihan air secara alamiah atau buatan dari permukaan tanah atau dari dalam tanah untuk menghindari pengaruh yang merugikan terhadap pertumbuhan tanaman. Pada lahan bergelombang drainase lebih berkaitan dengan pengendalian erosi, sedangkan pada lahan rendah (datar) lebih berkaitan dengan produksi.

Tujuan tersebut di atas dicapai melalui dua macam pengaruh langsung dan sejumlah besar pengaruh tidak langsung. Pengaruh langsung terutama ditentukan oleh kondisi hidrologi, karakteristik hidrolik tanah, dan rancangan sistem drainase yaitu (1) penurunan muka air tanah di atas atau di dalam tanah, (2) mengeluarkan sejumlah debit air dari system drainase.

Pengaruh tak langsung ditentukan oleh iklim, tanah, tanaman, kultur teknis dan aspek sosial dan lingkungan. Pengaruh tak langsung ini dibagi kedalam

pengaruh berakibat positif dan yang berakibat negatif atau berbahaya. Pengaruh tak langsung dari pembuangan air yang memiliki pengaruh positif terhadap tanaman adalah (1) pencucian garam atau bahan-bahan berbahaya dari profil tanah, (2) Pemanfaatan kembali air drainase. Sedangkan pengaruh tak langsung yang bersifat negatif adalah (1) kerusakan lingkungan di bagian hilir karena tercemari oleh garam, (2) gangguan terhadap infrastruktur karena adanya saluran-saluran.

Pengaruh positif tak langsung dari penurunan muka air tanah (1) mempertinggi aerasi tanah, (2) memperbaiki struktur tanah, (3) memperbaiki ketersediaan Nitrogen dalam tanah, (4) menambah variasi tanaman yang dapat ditanam, (5) menambah kemudahan kerja alat dan mesin pertanian, (6) mempertinggi kapasitas tanah untuk menyimpan air. Sedangkan pengaruh negatif tak langsung dari penurunan muka air tanah adalah (1) mempercepat dekomposisi atau penguraian tanah gambut, (2) terjadinya penurunan permukaan tanah, (3) oksidasi *pirit.*

a. Jenis-jenis Drainase

Drainase merupakan proses pembuangan air berlebih dari permukaan dan bawah permukaan tanah, maka drainase dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu (1) drainase permukaan dan (2) drainase bawah permukaan.

Drainase permukaan merupakan proses pembuangan air dari permukaan lahan sedangkan drainase bawah permukaan merupakan pembuangan atau pengontrolan muka air tanah sampai optimal untuk meningkatkan produksi tanaman. Drainase permukaan berfungsi untuk menangani air permukaan, khususnya air yang berasal dari air hujan. Drainase bawah permukaan berfungsi untuk membuang air bawah permukaan, serta menerima dan membuang air dari lapisan tembus air.

Dalam kegiatan pembuatan sistem drainase ada dua kegiatan yang dilakukan, yaitu mengatur tingkat kemiringan lahan (*land grading*) dan penghalusan permukaan lahan (*land smoothing*).

Land grading atau mengatur tahap kemiringan lahan dan *land smoothing* atau penghalusan permukaan lahan diperlukan pada areal lahan untuk menjamin kemiringan yang berkelanjutan secara sistematis yang dibutuhkan dalam pembuatan saluran drainase permukaan.

Pada lahan dengan pengaturan saluran drainase permukaan yang baik akan meningkatkan jarak drainase pipa sampai 50%, dibandingkan dengan lahan yang kelebihan air dibuang dengan drainase pipa tanpa dilakukan upaya pengaturan saluran drainase permukaan terlebih dahulu.

Untuk efektifitas yang tinggi, pekerjaan *land grading* harus dilakukan secara teliti. ketidakseragaman dalam pengolahan lahan dan areal yang memiliki cekungan merupakan tempat aliran permukaan berkumpul, harus dihilangkan dengan bantuan peralatan pengukuran tanah

Pada tanah yang memiliki cekungan, terdapat genangan air yang berdampak buruk terhadap tanaman. Genangan air tersebut harus di buang melalui saluran pembuangan.

Ada beberapa jenis saluran drainase pembuangan yaitu (1) Saluran/parit terbuka yang disebut sebagai saluran acak yang dangkal (*shallow random field drains*), (2) saluran pembuangan utama (m*ain outlet ditch*)

Drainase acak (Random Field Drains)

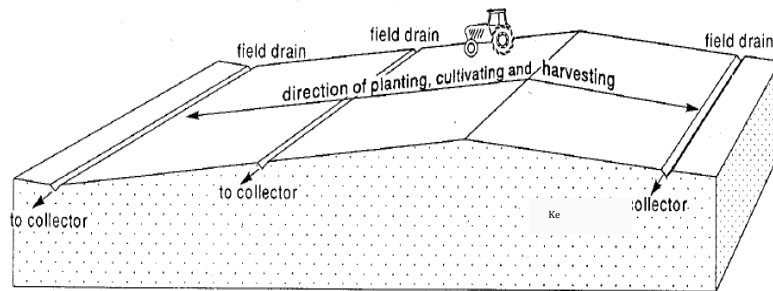
Di bawah ini merupakan gambar yang menunjukan pengelolaan untuk mengatasi masalah cekungan dan lubang – lubang tempat berkumpulnya air. Lokasi dan arah dari saluran drainase disesuaikan dengan kondisi tofografi lahan. Kemiringan lahan biasanya diusahakan sedatar mungkin,

hal ini untuk memudahkan peralatan traktor pengolah tanah dapat beroperasi tanpa merusak saluran yang telah dibuat. Erosi yang terjadi pada kondisi lahan seperti diatas, biasanya tidak menjadi masalah karena kemiringan yang relatif datar. Tanah bekas penggalian saluran, disebarkan pada bagian cekungan atau lubang–lubang tanah, untuk mengurangi kedalaman saluran drainase

Drainase Paralel (Parallel Field Drains)

Drainase ini digunakan pada tanah yang relative datar dengan kemiringan kurang dari 1%–2 %, sistem saluran drainase parallel bisa digunakan. Sistem drainase ini dikenal sebagai sistem bedengan. Saluran drainase dibuat secara parallel, jika jarak antara saluran tidak sama. Hal ini tergantung dari panjang dari barisan saluran drainase untuk jenis tanah pada lahan tersebut, jarak dan jumlah dari tanah yang harus dipindahkan dalam pembuatan barisan saluran drainase, dan panjang maksimum kemiringan lahan terhadap saluran 200 meter. Keuntungan dari sistem saluran drainase parallel, pada lahan terdapat cukup banyak saluran drainase. Tanaman dilahan dalam alur, tegak lurus terhadap saluran drainase paralel. Jumlah populasi tanaman pada lahan akan berkurang dikarenakan adanya saluran paralel. Sehingga bila dibandingkan dengan land grading dan smoothing, hasil produksi akan lebih sedikit. Penambahan jarak antara saluran paralel, akan menimbulkan kerugian pada sistem bedengan, karena jarak yang lebar menimbulkan kerugian pada sistem bedengan, karena jarak yang lebar membutuhkan saluran drainase yang lebih besar dan dalam. Bila lebar bedengan sistem 400 m, maka aliran akan dibagi dua agar lebar bedengan tidak lebih dari 200 m. Pada bedengan yang lebar, harus dibarengi dengan land grading dan smoothing. Pada tanah gambut, saluran drainase paralel dengan side slope yang curam digunakan adalah 1 meter. Pada daerah ini biasa dilengkapi dengan bangunan

pengambilan dan pompa, bangunan pintu air berfungsi untuk mengalirkan air drainase pada musim hujan.

Pada daerah dataran tertentu ditemukan sistem khusus dari jarak saluran paralel, 2 saluran diletakkan secara paralel dengan jarak 5-15 meter. Tanah galian saluran diletakkan diantara kedua saluran tersebut, dimanfaatkan sebagai jalan yang diperlukan pada saat pemeliharaan saluran.

Gambar 20. Sistem Drainase Paralel

Drainase Mole

Drainase mole biasa disebut dengan lubang tikus berupa saluran bulat yang konstruksinya tanpa dilindungi sama sekali, pembuatannya tanpa harus menggali tanah, cukup dengan menarik dengan traktor bentukan baja bulat yang disebut mol yang dipasang pada alat seperti bajak di lapisan tanah subsoil pada kedalaman dangkal. Pada bagian belakang alat mole biasanya disertakan alat expander yang gunanya untuk memperbesar dan memperkuat bentuk lubang.

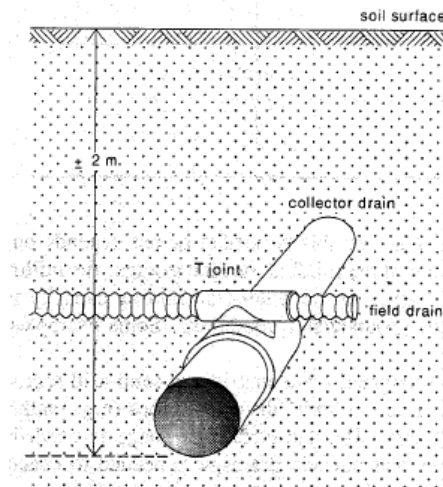
Berdasarkan Penampungannya drainase dalam dibagi menjadi 2, yaitu singular dan komposit.

Singular

Terdiri dari jajaran pipa–lateral yang ditanam di bawah permukaan tanah dengan jarak tertentu, air yang keluar dari seluruh pipa lateral ditampung pada saluran terbuka, selanjutnya disalurkan ke saluran drainase utama.

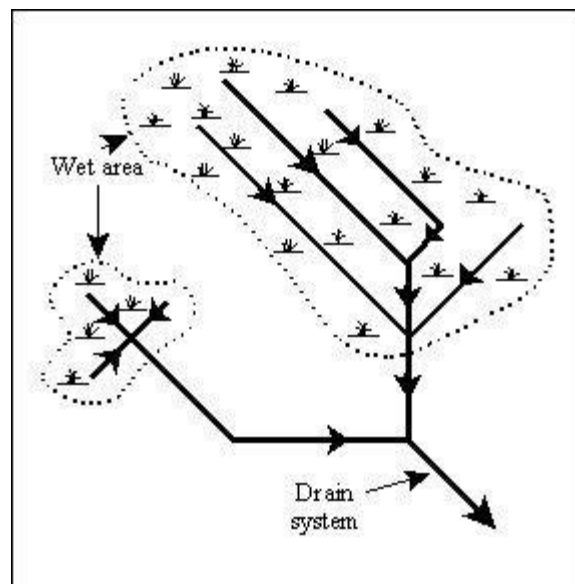
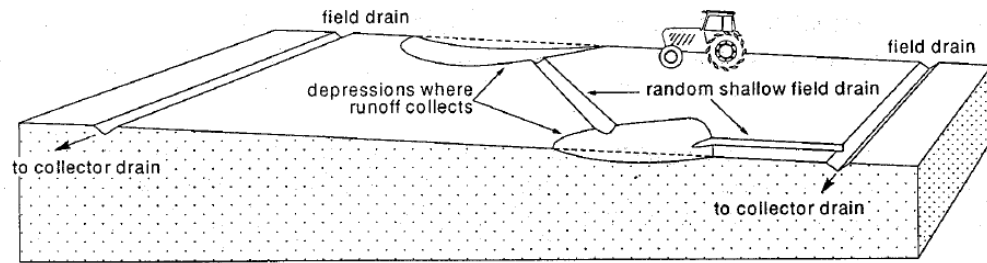
Gambar 21. Sistem Drainase Singular

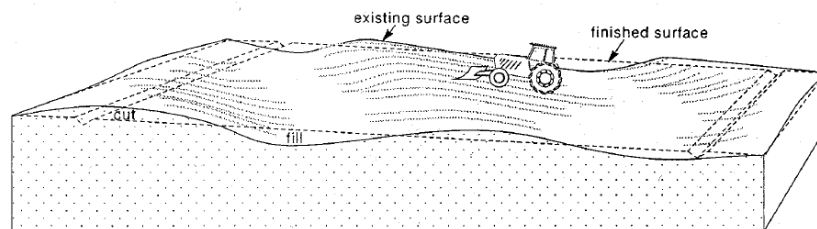
Komposit

Terdiri dari jajaran pipa–pipa lateral yang ditanam di bawah permukaan tanah dengan jarak tertentu, air dari seluruh pipa lateral ditampung pada pipa penampung yang juga ditanam di tanah, antara pipa lateral dengan pipa penampung dihubungkan dengan sambuangan, selanjutnya disalurkan ke saluran drainase utama.

Gambar 22. Sistem Drainase Komposit

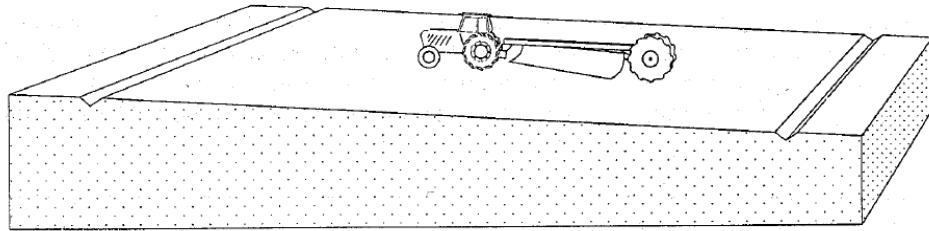
Berdasarkan sistemnya, drainse dalam dibagi menjadi 4, yaitu :

Random sistem

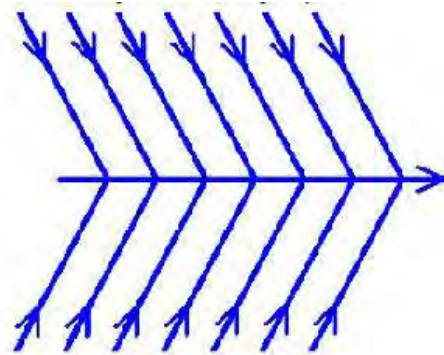
Sistem ini digunakan pada lahan yang berombak atau pada lahan dimana kondisi tanahnya terdiri dari beragam jenis tanah dan pada lahan yang terdapat area tergenang. Sistem drainase random, daerah cekungan dihubungkan dengan saluran pengumpul air dan air di keluarkan dari lahan melalui saluran pembuang (Gambar 8.5). Sistem ini sering diterapkan di lahan yang tidak memerlukan operasi pertanian intensif, seperti padang rumput, atau di mana peralatan mekanisasi pertanian terutama peralatan kecil dan sederhana dapat diterapkan.

Gambar 23. Diagram jaringan random sistem

Gambar 24. Sistem Drainase Random

Perataan lahan adalah membentuk permukaan tanah kepada ketinggian yang telah ditentukan, sehingga setiap baris atau lereng permukaan lahan dapat membuang air dari lahan. Dibandingkan dengan bedengan, perataan lahan mengurangi jumlah bidang saluran air, sehingga mengurangi kebutuhan untuk pengendalian gulma dan pemeliharaan. Perataan lahan juga berarti untuk meningkatkan lahan yang tersedia lebih banyak untuk ditanami.

Gambar 25. Perataan Lahan

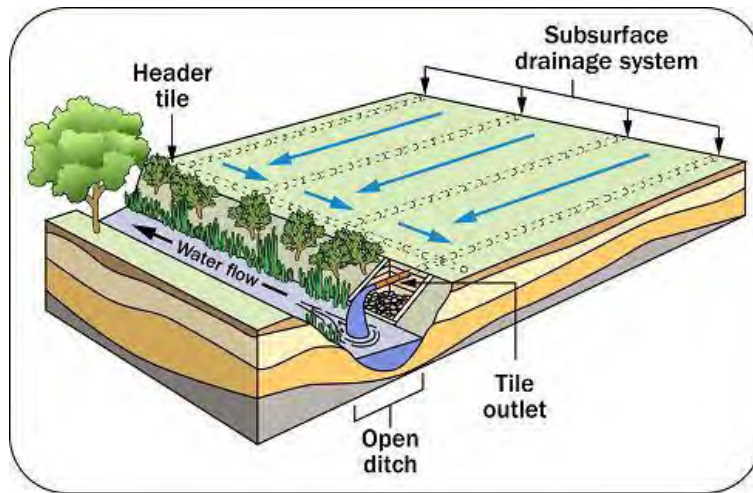
Pendataran lahan

Pendataran lahan adalah proses menyamakan permukaan tanah untuk menghilangkan cekungan pada lahan, namun tanpa mengubah topografinya lihat Gambar 8. 8. Hal ini sering dilakukan setelah perataan lahan dilakukan, karena topografi lahan yang tidak teratur. Di lahan, sistem drainase permukaan dapat memiliki dua layout yang berbeda, yaitu sistem drainase random dan sistem drainase paralel.

Gambar 26. Perataan Permukaan Lahan

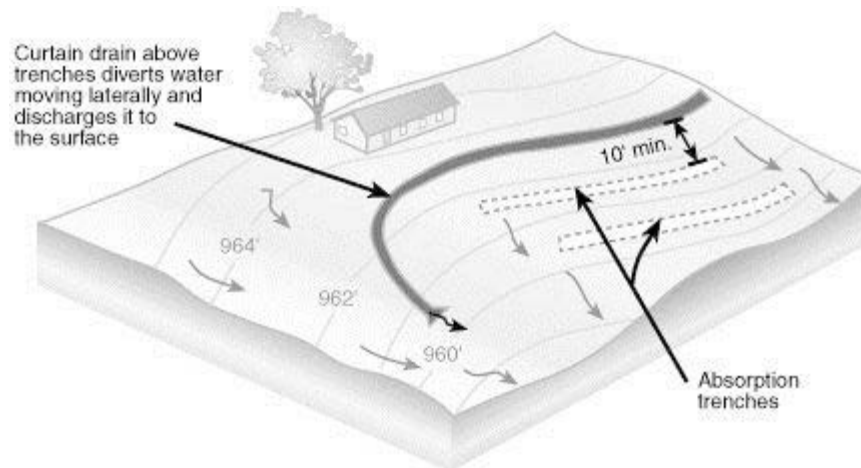
Herringbone sistem

Terdiri dari pipa saluran drainase lateral yang diletakan secara parallel dan terhubung dengan pipa utama dengan membuat sudut tertentu, biasanya dari kedua sisi. Pipa utama atau sub utama diletakkan pada bagian lahan yang rendah atau lahan yang pada kemiringan lahan yang besar atau lembah.

Gambar 27. Skema jaringan drainase tulang ikan

Sistem Gridiron

Sistem drainase gridiron terdiri dari pipa–pipa saluran drainase lateral yang diletakkan secara paralel dan terhubung dengan pipa utama secara tegak lurus, biasanya dari satu sisi. Sistem ini sesuai untuk lahan di daerah rendah yang datar dengan ukuran lahan yang sama.

Gambar 28. Sistem Drainase Gridion

Sistem Drainase Intersepsi

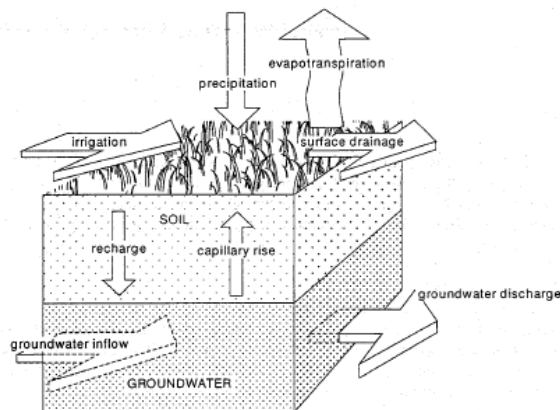
Sistem drainase intersepsi dapat menampung rembesan air yang mengalir ke lahan yang terletak lebih rendah atau di bagian bawah. Pipa intersepsi biasanya diletakkan pada bagian atas dan daerah yang basah yang ditentukan dari hasil pengamatan drainase awal.

Gambar 29. Sistem Drainase Interception

b. Perancangan Sistem Drainase Lahan

Persyaratan drainase

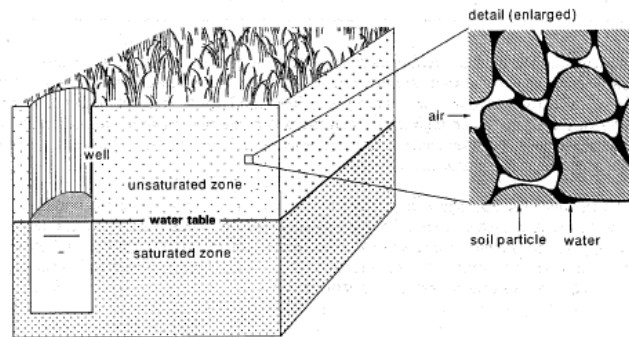
Untuk merancang suatu sistem drainase, yang harus diketahui adalah jumlah air yang harus dibuang dari lahan dalam jangka waktu tertentu, hal ini dilakukan untuk menghindari kenaikan air permukaan. Membuang kelebihan air di lahan memiliki dua manfaat yaitu (1) mencegah terjadinya genangan air pada lahan (2) membuang air dari zona akar, sehingga garam-garam yang dibawa oleh irigasi tidak dapat mencapai konsentrasi yang akan berbahaya bagi tanaman.

Untuk menentukan besarnya laju drainase beberapa faktor perlu dipertimbangkan antara lain, (1) kondisi alam yang beragam, dan (2) jumlah air yang akan dibuang. Oleh karena itu pekerjaan lapangan harus dilakukan untuk mencari tahu bagaimana kondisi tanah, kondisi air, kadar garam dan jumlah air yang harus dipertahankan.

Untuk menghitung kebutuhan drainase, harus dilakukan analisis keseimbangan air secara keseluruhan daerah yang akan di drainase seperti terlihat pada Gambar .... .

Gambar 30. Konsep keseimbangan air di lahan

Keseimbangan air biasanya diperhitungkan dalam jangka waktu rata-rata satu tahun. Masalah penggenangan dan salinitas juga harus dipertimbangkan dalam memper-hitungkan keseimbangan air. Terutama untuk tahun-tahun tertentu, misalnya tahun yang sangat kering atau satu tahun dengan curah hujan ekstrim, atau bahkan untuk jangka waktu tertentu misalnya musim tanam atau musim hujan.

Permukaan Air Tanah

Permukaan air tanah adalah batas atas dari air tanah. Hal ini didefinisikan sebagai tempat dimana titik tekanan air di tanah sama dengan tekanan atmosfer. Di bawah permukaan air tanah, semua pori-pori tanah terisi oleh air, al ini dikenal sebagai zona jenuh seperti terlihat pada Gambar 8.13.

Gambar 31. Permukaan air tanah

Umumnya aliran air tanah yang menuju saluran pembuangan terjadi pada zona jenuh. Di atas permukaan air, ada zona di mana pori-pori tanah diisi sebagian oleh air dan sebagian udara, dan zona tersebut merupakan zona tak jenuh. Air di zona tak jenuh berasal dari hujan atau air irigasi yang telah masuk ke dalam tanah, dan yang berasal dari kenaikan kapiler air tanah. Zona tak jenuh sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Pada zona ini akar tanaman mengambil air dari dalam tanah.

Tinggi permukaan air selalu berubah seiring dengan waktu, setelah irigasi atau terjadi hujan akan terjadi kenaikan permukaan air dan diikuti oleh penurunan bertahap karena aliran air menuju sistem drainase.

Ketinggian permukaan air perlu diukur adalah untuk mengetahui ketinggian permukaan air tertinggi (maksimum), rata-rata dan minimum atau terendah setiap tahunnya. Ketinggian permukaan air tanah selalu berubah akibat adanya pengisian kembali air tanah oleh hujan atau irigasi.

Dengan alasan ini, maka pengukuran tinggi permukaan air tanah harus dilakukan pada interval yang sering, setidaknya untuk jangka waktu satu tahun. Interval antara pembacaan tidak boleh melebihi satu bulan, tetapi dua minggu mungkin lebih baik. Semua pengukuran tinggi permukaan air tanah di daerah yang akan di drainase harus dilakukan sedini mungkin, dan dilakukan selama rentang waktu sesingkat mungkin sehingga gambaran yang lengkap dari permukaan air dalam rentang waktu itu dapat diperoleh.

Perencanaan Saluran Drainase

Drainase lapang (*field drainage*) adalah suatu sistem yang menerima air lebih langsung dari lahan pertanian dan menyalurkannya ke sistem drainase utama yang membuang air dari areal lahan pertanian. Sistem drainase utama harus memberikan suatu outlet yang bebas dan dapat diandalkan untuk pengeluaran air dari drainase lapang. Dalam suatu sistem drainase bawah tanah dapat dibedakan 3 kategori drainase yakni lateral, kolektor, dan drainase utama. Lateral biasa disebut juga drainase lapang atau *farm drains* atau *suction drains* yang berfungsi untuk mengendalikan fluktuasi kedalaman air tanah di lahan pertanian, juga berfungsi sebagai pengumpul aliran permukaan. Dari lateral air mengalir ke kolektor yang mengangkutnya ke saluran drainase utama.

Sistem drainase lapang dapat terdiri dari (a) drainase terbuka dengan parit, (b) drainase mole, yakni berupa lubang bawah tanah, (c) drainase pipa, baik yang terbuat dari tanah liat, beton, atau pipa plastik yang ditanam di bawah tanah. Jika pipa-pipa lateral berakhir pada saluran kolektor, maka sistem tersebut disebut sebagai *sistem drainase pipa singular*. Jika pipa kolektor juga terbuat dari pipa, maka sistem tersebut disebut *sistem drainase pipa komposit*.

Drainase Parit

Dibandingkan dengan sistem drainase pipa, drainase parit mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian. Beberapa keuntungannya adalah (1) membuang air tanah, (2) membuang air permukaan, (3) kemiringan saluran untuk mengalirkan air biasanya lebih kecil daripada kemiringan yang diperlukan pada drainase pipa. Umumnya untuk parit kemiringannya adalah sekitar 0,01 %, sedangkan untuk pipa sekitar 0,1 %, (4) memudahkan pengawasan dan pemeliharaan.

Beberapa kerugian sistem drainase parit adalah (1) pengurangan luas lahan yang diusahakan untuk pertanian karena adanya parit, (2) pertumbuhan gulma dan pengendapan menyebabkan mahalnya biaya pemeliharaan, (3) lahan yang terpisah dengan adanya parit-parit akan menyebabkan sukarnya pengoperasian alat-alat mekanis.

Umumnya di daerah datar, sistem drainase menggunakan pipa sebagai lateral dan parit sebagai kolektor. Sedangkan di daerah berlereng seluruh sistem drainase lapang baik lateral maupun kolektor terbuat dari pipa yang dikenal dengan istilah sistem drainase pipa komposit. Akan tetapi dalam situasi berikut ini biasanya parit lebih sesuai untuk digunakan sebagai lateral, yaitu :

1) Jika muka air tanah dapat dikendalikan dengan jarak lateral yang cukup lebar, sehingga petakan lahan yang terbentuk cukup luas tidak mengurangi efisiensi pemakaian alat mekanis. Situasi ini kemungkinan dapat terjadi pada tanah dengan daya infiltrasi tinggi.
2) Jika sistem drainase harus juga mampu mengangkut air permukaan, misalnya pada tanah dengan laju infiltrasi rendah atau di daerah dengan intensitas hujan yang tinggi. Apabila diinginkan percepatan proses pematangan pada tanah alluvial yang baru direklamasi.
3) Jika hanya diinginkan muka air tanah yang dangkal, misalnya untuk padang rumput atau tanah gambut.

Ukuran Parit Drainase

Jika sistem drainase yang digunakan adalah parit lateral, maka perhitungan jarak dan kedalaman harus dipertimbangkan. Untuk kolektor, jarak parit ditentukan oleh ukuran lahan atau panjang maksimum pipa drainase. Pada lahan datar dengan sistem pipa drainase singular, jarak parit biasanya antara 200-500 m. Elevasi muka air di parit kolektor harus dipertahankan pada suatu kedalaman di bawah lubang pengeluaran dari pipa drainase (*lateral*).

Perhitungan dimensi parit mengikuti rancangan saluran tidak berlapis dengan mengetahui parameter seperti, (1) elevasi muka air yang diinginkan, (2) kapasitas debit, dan (3) jenis tanah. Kadang-kadang perhitungan dimensi parit menghasilkan suatu dimensi yang terlalu kecil sehingga dari segi konstruksi dan pemeliharaan sulit dikerjakan.

Jenis Saluran

Saluran drainase pada umumnya terbuka atau tertutup. Tetapi seharusnya pada saluran terbuka hanya untuk mengalirkan air buangan yang relatif tidak berbau, seperti air hujan maupun air permukaan (rembesan sistem

irigasi, mata air, dan lain-lain). Sedangkan saluran tertutup digunakan untuk mengalirkan air buangan dari kamar mandi, WC, dapur, cucian maupun buangan hasil proses industri.

Penampang Saluran

Ada berbagai macam penampang saluran yang digunakan, tetapi pada saluran terbuka banyak digunakan saluran berpenampang segi empat maupun trapesium. Untuk penampang saluran tertutup, banyak digunakan pipa saluran berpenampang bulat.

1) Bentuk-bentuk Penampang Saluran Terbuka
2) Ada beberapa jenis bentuk penampang saluran terbuka yang biasanya dipakai dalam pembuatan saluran drainase, antara lain :
   a. Saluran Segi Empat

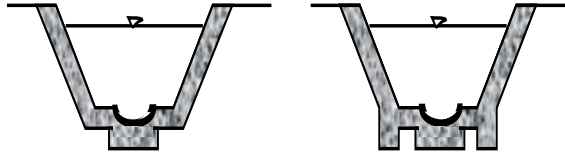
Gambar 32. Saluran Segi Empat

   b. Saluran Segi Empat dengan Saluran Kecil

Gambar 33. Saluran Segi Empat dengan Saluran Kecil

   c. Saluran Trapesium

Gambar 34. Saluran Trapesium

d. Saluran Trapesium Dengan Saluran Kecil

Gambar 35. Saluran Trapesium dengan Saluran Kecil

Rumus dan Kriteria Hidrolik

Perencanaan hidraulika pada drainase lahan pertanian adalah untuk menentukan kondisi aliran dan mendisain saluran sebagai output perencanaan drainase lahan pertanian. Saluran secara umum dibagi menjadi 2 macam yaitu, (1) saluran terbuka (open channels) yaitu saluran yang ada salah satu bagiannya terbuka, seperti sungai, saluran irigasi dan selokan, (2) saluran tertutup yaitu saluran yang tertutup bagian atasnya, seperti terowongan, pipa dan gorong-gorong.

Kecepatan aliran pada saluran drainase dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu aliran permanen dan aliran tidak permanen dengan ketentuan :

- Jika kecepatan aliran pada suatu titik berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut sebagai aliran permanen atau tunak (*steady flow*),
- Jika kecepatan pada suatu lokasi berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut sebagai aliran tidak permanen atau tidak tunak (unsteady flow).

Perancangan sistem drainase lahan Pertanian

Perencanaan Saluran Pembuang yang Stabil

Perencanaan saluran pembuang harus memberikan pemecahan dengan biaya pelak-sanaan dan pemeliharaan yang minimum. Ruas-ruas saluran harus stabil terhadap erosi dan sedimentasi harus minimal pada setiap

potongan melintang dan harus seimbang. Dengan adanya pembuang, air dari persawahan menjadi lebih bersih dari sedimen. Erosi di saluran pembuang akan merupakan kriteria yang menentukan.

Kecepatan aliran rencana hendaknya tidak melebihi kecepatan maksimum yang diijinkan. Kecepatan maksimum yang diijinkan tergantung pada jenis tanah serta kondisinya. Saluran pembuang dirancang di tempat terrendah dan melalui daerah depresi. Kemiringan alamiah lahan menentukan kemiringan memanjang saluran pembuang tersebut. Apabila kemiringan dasar terlalu curam dan kecepatan maksi-mum akan terlampaui, maka harus dibuat bangunan terjun.

Kecepatan rencana sebaiknya diambil sama atau mendekati kecepatan maksimum yang diijinkan, karena debit rencana atau debit puncak tidak sering terjadi maka debit dan kecepatan aliran air di saluran pembuang akan lebih rendah di bawah kondisi rata-rata.

Jika debit alirannya rendah, aliran akan cenderung berkelok-kelok bila dasar salurannya lebar. Oleh karena itu biasanya saluran pembuang dirancang relatif sempit dan dalam dibandingkan dengan saluran irigasi. Variasi tinggi air dengan debit yang berubah-ubah, biasanya tidak mempunyai arti penting pada saluran pembuang lain. Potongan melintang yang dalam akan memberikan pemecahan yang lebih ekonomis. Dalam merencanakan sistem drainase lahan ada beberapa data yang harus disediakan, yaitu, (1) deskripsi lingkungan fisik sistem drainase, (2) tata guna lahan, (3) prasarana lain, (4) topografi, (5) pola aliran alam.

Deskripsi Lingkungan Fisik Sistem Drainase

Dalam perencanaan tata letak jaringan drainase. diskripsi kondisi lingkungan fisik merupakan informasi yang sangat penting. Penempatan saluran. bangunan dan jumlah kerapatan fasilitas tersebut akan sangat dipengaruhi

oleh kondisi daerah tersebut akan sangat dipengaruhi oieh kondisi daerah rencana. Dalam kaitan ini, seorang perencana dituntut untuk selalu peka dalam menginterpretasikan data yang tersedia baik berupa data sekunder yang berupa peta dasar dan fenomena banjir yang pernah terjadi, maupun pola aliran alam yang ada. Dimana informasi tentang pola aliran alam ini juga bisa diperoleh dan observasi langsung di lapangan saat terjadi hujan (banjir).

Tata Guna Lahan

Tata guna lahan merupakan peta yang dapat menggambarkan tentang pola peng-gunaan lahan didaerah rencana drainase. Pola penggunaan lahan yang dimaksud harus mencakup tentang kondisi eksisting maupun rencana pengembangan di masa mendatang. Informasi tersebut diperlukan untuk menentukan lingkup sistem drainase yang diperlukan dan untuk merencakan drainase yang tingkatnya sesuai dengan kategori tata guna tanah dari daerah yang bersangkutan.

Prasarana lain

Informasi tentang prasarana lain yang dimaksud meliputi jaringan jalan dan jaringan lain yang diperkirakan dapat menyebabkan gangguan pada sistem drainase. Ini dimaksudkan sebagai pertimbangan dalam menentukan tinggi saluran drainase dan untuk mengindentifikasi jenis bangunan penunjang yang diperlukan.

Topografi

Informasi yang diperlukan untuk menentukan arah saluran drainase dan batas wilayah penanmpungnya. Pemetaan kontur di suatu daerah pertanian perlu dilakukan pada skala 1:5000 atau 1:10.000 dengan beda

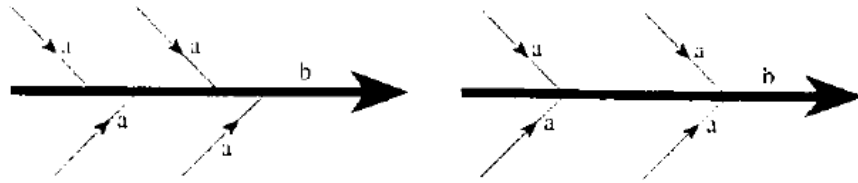
kontur 0.5 meter di daerah datar, dan beda kontur 1.0 meter pada daerah curam. Pemetaan tersebut perlu mengacu pada suatu bench mark di lapangan yang dikenal.

Pola Aliran Alam

Informasi tentang pola aliran alam diperlukan untuk mendapatkan gambaran tentang kecenderungan pola letak dan arah aliran alam yang terjadi sesuai dengan kondisi lahan daerah rencana. Secara tidak langsung sebenarnya informasi ini dapat diinterpretasikan dari peta topografi dengan cara mengidentifikasi bagian lembah dan punggung lahan. Dimana pola aliran buangan alam cenderung mengarah pada bagian lembah. Namun untuk dapat memperoleh hasil informasi yang lebih akurat, observasi lapangan kerja diperlukan. Agar pekerjaan observasi lebih efisien, hendaknya diidentifikasi terlebih dahulu daerah-daerah yang akan disurvai melalui informasi yang tersedia.

Daerah pembuangan yang dimaksud adalah tempat pembuangan kelebihan air dan lahan yang di rencanakan, baik berupa sungai, danau atau atau laut. Informasi ini sangat penting terutama berkaitan denaan penempatan fasilitas outletnya. Elevasi fasilitas outlet harus ditetapkan di atas muka maksimum daerah pembuangan, sehingga gejala terjadinya muka air balik pada rencana saluran drainase dapat dihindari.

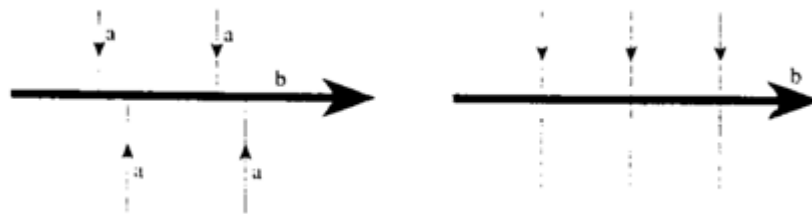
Pola Alamiah

Letak saluran pembuang harus berada di bagian terendah atau lembah dari suatu daerah akan sangat efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran pengumpul drianase, dimana saluran pengumpul dan pembuang merupakan saluran alamiah.

Gambar 36. Pola alamiah drainase

a = Saluran pengumpul (colector)

b = Saluran pembuang (conveyor)

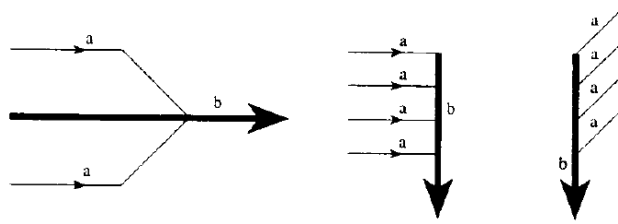
Pola Siku

Saluran pembuang terletak di lembah dan merupakan saluran alamiah, sedangkan saluran pembuang dibuat tegak lurus terhadap saluran pengumpul drainase.

Gambar 37. Pola siku drainase

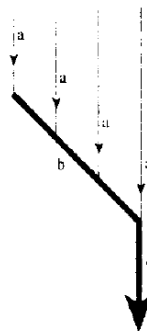
a =Saluran pengumpul

b =saluran pembuang

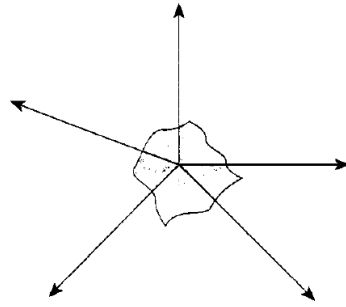
Pola Paralel

Saluran pengumpul drainase yang menampung debit dari sungai-sungai yang lebih kecil, dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian masuk ke dalam saluran pembuang drainase.

Gambar 38. Pola parallel drainase

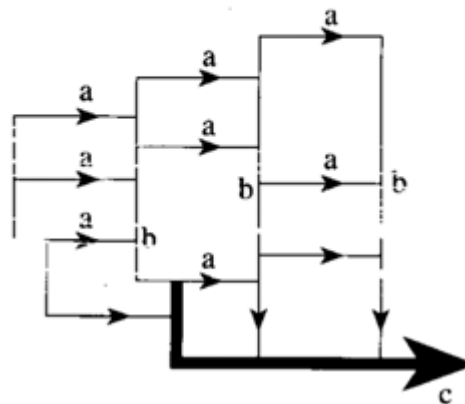
Pola Gridiron

Beberapa interceptor drain dibuat satu dan lainnya sejajar, kemudian ditampung di saluran pengumpul (collector drain) untuk selanjutnya masuk ke dalam saluran pembuang (conveyor drain).

Gambar 39. Pola Drainase Gridiron

Pola Radial

Suatu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa saluran pengumpul dari satu titik menyebar ke segala arah sesuai den kondisi topografi daerah.

Gambar 40. Pola Drainase Radial

Pola Jaring-jaring

Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lainnya, maka dapat dibuat beberapa saluran pengumpul tambahan (a) yang kemudian ditampung ke dalam saluran pembuang (b) dan selanjutnya dialirkan menuju saluran pembuang utama.

Gambar 41. Pola Drainase Jaring-jaring

Susunan dan Fungsi Saluran Drainase

Dalam pengertian jaringan drainase, maka sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya, jenis saluran dapat dibedakan menjadi :

Saluran Interseptor (*Interceptor Drain*)

Saluran interceptor drain adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain dibawahnya. Saluran ini biasa dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. Outlet dari saluran ini biasanya terdapat di saluran kolektor, konveyor atau langsung di saluran drainase alam.

Saluran Pengumpul (Collector Drain)

Saluran kolektor adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran konveyor (pembawa).

Saluran Pembawa (*Conveyor Drain*)

Saluran konveyor adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.

Lelak saluran conveyor di bagian terendah lembah dari daerah. sehingga secara efektif dapat berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada.

Sebagai conton adalah saluran banjir kanal atau sudetan atau saluran by-pass yang bekerja secara khusus hanya mengalirkan air secara cepat sampai ke lokasi pembuangan. Dalam pengertian yang lain, saluran ini berbeda dengan drainase bawah tanah. Dalam hal ini masuknya air melalui

resapan tanah secara gravitasi masuk ke dalam lubang-lubang yang terdapat pada saluran drainase yang ditanam dalam tanah. Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi tersebut.

Prosedur Perancangan Tata Letak Sistem Jaringan Drainase

Dengan melihat peta topografi, dapat ditentukan arah aliran yang merupakan sistem drainase alam yang terbentuk secara alamiah, dan dapat mengetahui toleransi lamanya genangan dari daerah rencana. Informasi situasi dan kondisi fisik lahan, baik kondisi saat ini, maupun yang direncanakan perlu diketahui, antara lain:

- Sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, listrik, dan lain lain).
- Bottle neck yang mungkin ada.
- Batas-batas daerah pemilikan.
- Letak dan jumlah prasarana yang ada.
- Tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan.
- Gambaran prioritas daerah secara garis besar.

Semua hal tersebut di atas dimaksudkan agar dalam penyusunan tata letak sistem jaringan drainase tidak terjadi pertentangan kepentingan. Dalam menentukan tata letak jaringan drainase bertujuan untuk mencapai sasaran sebagai berikut, yaitu:

- Sistem jaringan drainase dapat berfungsi sesuai tujuan (sasaran).
- Menekan dampak negatif lingkungan sekecil mungkin.
- Dapat bertahan lama ditinjau dari segi konstruksi dan fungsinya.
- Biaya pembangunan serendah mungkin.

Untuk menjamin berfungsinya saluran drainase secara baik maka diperlukan bangunan pelengkap di tempat tertentu. Jenis bangunan pelengkap yang dimaksud meliputi :

(a) Bangunan silang, misal gorong–gorong.
(b) Bangunan pemecah energi, misalnya bangunan terjun dan saluran curam.
(c) Bangunan pengaman erosi, misalnya ground sill.
(d) Bangunan inlet misal, grill samping/datar.
(e) Bangunan outlet misal, kolam loncat air
(f) Bangunan pintu air, misal pintu geser, pintu atomatis.
(g) Bangunan rumah pompa
(h) Bangunan kolam pengumpul.
(i) Bangunan lobang kontrol (*man hole*)

Semua bangunan tersebut diatas tidak selalu harus ada pada setiap jaringan drainase. Keberadaanya tergantung pada kebutuhan setempat yang biasanya dipengaruhi oleh fungsi saluran, kondisi lingkungan dan tuntutan akan kesempurnaan jaringannya.

Debit Rencana

Jaringan Pembuang

Pada umumnya jaringan drainase direncanakan untuk mengalirkan kelebihan air secara gravitasi. Pembuangan kelebihan air dengan pompa biasanya secara ekonomis tidak layak. Daerah-daerah irigasi dilengkapi dengan bangunan pengendali banjir di sepanjang sungai untuk mencegah masuknya air banjir ke dalam sawah irigasi.

Di daerah yang diairi secara teknis jaringan pembuang mempunyai dua fungsi, yaitu

(a) Pembuangan internal untuk mengalirkan kelebihan air dari sawah untuk mencegah terjadinya genangan dan kerusakan tanaman atau untuk mengatur banyaknya air tanah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman,

(b) Pembuangan eksternal untuk mengalirkan air dari luar daerah irigasi melalui daerah irigasi.

Kebutuhan Saluran Drainase untuk Tanaman Padi

Kelebihan air di dalam petakan tersier bisa disebabkan oleh (1) hujan lebat, (2) melimpahnya air irigasi atau buangan yang berlebihan dari jaringan primer atau sekunder ke daerah itu, (3) rembesan atau limpahan kelebihan air irigasi di dalam petak tersier.

Kapasitas jaringan pembuang yang dapat dibenarkan secara ekonomi di dalam petak tersier bergantung kepada perbandingan berkurangnya hasil panenan yang diharap-kan, akibat terdapatnya air yang berlebih serta biaya pelaksanaan dan pemeliharaan saluran drainase tersebut dengan bangunannya. Jika kapasitas jaringan pembuang di suatu daerah kurang memadai untuk mengalirkan semua kelebihan air, maka air akan terkumpul di petakan sawah yang lebih rendah. Muka air di dalam cekungan atau daerah depresi akan meningkat untuk sementara waktu, dan akan merusak tanaman, saluran serta bangunan.

Biasanya tanaman padi tumbuh dalam keadaan tergenang, dapat saja bertahan dengan sedikit kelebihan air. Untuk varietas unggul, tinggi air 10 cm dianggap cukup dengan ketinggian muka air antara 5 - 15 cm dapat diijinkan.

Besar kecilnya penurunan hasil panen yang diakibatkan oleh air yang berlebih bergantung kepada (1) dalamnya lapisan air yang berlebihan,

(2) berapa lama genangan yang berlebih itu berlangsung, (3) tahap pertumbuhan tanaman, (4) varietas padi.

Koefisien (Modulus) Drainase

Jumlah kelebihan air yang harus dibuang atau dikeringkan setiap petakan sawah disebut modulus drainase atau modulus pembuang atau koefisien pembuang dan ini bergantung pada beberapa hal berikut, yaitu:

(1) Curah hujan selama perode tertentu
(2) Pemberian air irigasi pada waktu tertentu
(3) Kebutuhan air tanaman
(4) Perkolasi tanah
(5) Tampungan di sawah selama atau pada periode akhir yang bersangkutan
(6) Luasnya daerah
(7) Sumber-sumber kelebihan air yang lain

Penentuan nilai modulus drainase dapat dilakukan dengan cara memplotkan curah hujan maksimum untuk beberapa hari berurutan pada berbagai periode ulang.

Nilai modulus drainase atau koeofisien drainase dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D(n) = R(n)T + n(I - ET - P) - \Delta S$$

Dimana :

n = jumlah hari berturut-turut
D(n) = limpasan pembuang permukaan selama n hari (mm)
R(n)T = curah hujan dalam n hari berurut dengan periode ulang T tahun (mm)
I = pemberian air irigasi (mm/hari)

ET = evapotranspirasi (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

ΔS = tampungan tambahan (mm)

Untuk modulus drainase pembuang, rencana yang dipilih adalah curah hujan 3 hari dengan periode ulang 5 tahun.

$$Dm = D(3)/3 \times 1,864$$

Dimana :

D(m) = modulus pembuang (lt/dt ha)

D(3) = limpasan pembuang permukaan selama 3 hari, (mm)

1 mm/hari = 1/1,864 l/dt ha

Debit pembuang rencana dari sawah dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Qd = f . D(m) . A$$

Dimana :

Qd = debit pembuang rencana (l/dt)

D(m) = modulus drainase (lt/dt ha)

A = Luas daerah yang dibuang airnya (ha)

Untuk luas areal ≤ 400 ha, nilai f = 1,0

Untuk luas areal > 400 ha, nilai $f = 1.62\ A^{-0,08}$

Kebutuhan Pembuang untuk Sawah Bukan Padi

Debit Puncak

Debit puncak untuk daerah-daerah yang dibuang airnya sampai seluas 100 km^2 dapat menggunakan metode Der Weduwen.

Debit Rencana

Debit rencana didefinisikan sebagai volume limpasan air hujan dalam waktu sehari dari suatu daerah yang akan dibuang airnya yang disebabkan curah hujan sehari didaerah tersebut. Air hujan yang tidak tertahan atau merembes dalam waktu sehari diandaikan mengalir dalam waktu satu hari itu juga. Ini menghasilkan debit rencana yang konstan.

Debit rencana dihitung sebagai berikut

$$Qd = 0{,}116 \, . \, a \, . \, f. \, R_{(1)5}. \, A$$

Dimana :

Qd	=	debit rencana (l/dt)
a	=	koefisien limpasan air hujan
$R_{(1)5}$.	=	Curah hujan sehari maksimum dengan periode ulang 5 tahun (mm/hari)
A	=	Luas areal drainase (ha)

Untuk A ≥ 400 ha, nilai $f = 1{,}62\ A^{-0{,}08}$

Untuk A < 400 ha, nilai f = 1,0

Rumus dan Kriteria Hidrolik

Untuk perencanaan saluran pembuang, aliran dianggap steady dan seragam (uniform), maka untuk itu diterapkan rumus Strickler-Manning :

$$V = km * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

dimana :

V = kecepatan aliran (m/det)
km = koefisien kehalusan Strickler
km = 1/n
n = koefisien kekasaran Manning
R = jari-jari hidrolis (m) dan R = A/P;
P = jari-jari basah (m);
A = luas penampang aliran (m^2)
I = kemiringan dasar saluran(%)

Faktor-faktor yang mempengaruhi rancangan saluran drainase adalah (a) maksimum talud, (b) kecepatan maksimum yang diijinkan, (c) kecepatan minimum, (d) lebar dasar minimum untuk mencegah penyumbatan dan kemudahan konstruksi, (e) perbandingan b/h atau w.

Koefisien Kehalusan Strikler

Koefisien kehalusan Strickler tergantung kepada sejumlah faktor yakni (a) kekasaran dasar dan talud saluran, (b) lebatnya vegetasi, (c) panjang batang vegetasi, (d) ketidak teraturan dan trase, (e) jari-jari hidrolis dan dalamnya saluran

Karena saluran pembuang tidak selalu terisi air, maka vegetasi akan mudah sekali tumbuh dan banyak mengurangi nilai km. Pembabadan rumput yang teratur akan memperkecil pengurangan nilai km. Nilai km

pada tabel di bawah ini umumnya dipakai untuk merancang saluran pembuang dengan mengasumsikan bahwa vegetasi dipotong secara teratur.

Tabel 4. Koefisien kehalusan Strickler untuk saluran pembuang

Kedalaman aliran (m)	Nilai km
h > 1.5	30
H ≤ 1.5	25

Untuk saluran irigasi yang terbuat dari galian atau timbunan tanah, nilai km yang biasa digunakan pada berbagai nilai Q adalah seperti pada Tabel 8.2. Beberapa nilai koefisien kekasaran Manning dapat dilihat pada Tabel 8.2.

Tabel 5. Koefisien kehalusan Strickler untuk saluran irigasi.

Q (m^3/det)	k_m
Q > 10	45
5 < Q < 10	42.5
1 < Q < 5	40
Q < 1	35

Tabel 6. Koefisien kekasaran Manning (n)

Jenis bahan saluran	Minimum	Normal	Maksimum
1. Pipa dan Saluran Berlapis :			
• Logam , kayu, plastik, semen, beton	0,010	0,013	0,015
• Bata	0,025	0,030	0,035
• Pipa bergelombang (*corrugated*)		0,024	
2. Saluran tanah galian :			
• Saluran tanah lurus seragam			
• Bersih tanpa rumputan	0,016	0,018	0,020
• Berumput pendek	0,022	0,027	0,023
• Saluran tanah tidak lurus tanpa vegetasi	0,023	0,025	0,030
• Berumput	0,025	0,030	0,033
• berumput rapat dan gulma air	0,030	0,035	0,040

Kecepatan Maksimum yang Diijinkan

Kecepatan maksimum yang diijinkan adalah kecepatan aliran rata-rata maksimum yang tidak menyebabkan erosi di permukaan saluran. Suatu daftar kecepatan maksimum yang diijinkan berdasarkan jenis tanah dan kandungan lumpur air yang mengalir adalah seperti pada Tabel 8.4.

Tabel 7. Kecepatan Maksimum

Bahan saluran	Kecepatan maksimum (m/detik)	
	Air Bersih	Air Berlumpur
Pasir teguh, berkoloid	0,45	0,70
Lempung berpasir, tak berkoloid	0,55	0,70
Lempung berdebu, tak berkoloid	0,60	0,90
Debu endapan, tak berkoloid	0,60	1,050
Lempung teguh	0,70	1,050
Debu vulkanik	0,70	1,050
Liat lekat, berkoloid	1,15	1,50
Debu endapan (alluvial),berkoloid	1,15	1,50
Kerikil halus	0,70	1,50
Kerikil kasar	1,20	1,85

Tabel 8. Kecepatan maksimum untuk saluran tanah dan berlapis

Saluran	Tipe tanah/Bahan pelapis	Kecepatan maksimum (m/det)
Tanah tak berlapis	lempung berpasir	0,5 - 0,7
	lempung berliat	0,6 - 0,9
	liat	0,9 - 1,0
	kerikil	0,9 - 1,5
	batu (rock)	1,2 - 1,8
Berlapis	beton pasangan	1,5 - 2,0
	PCC blocks	1,5 - 2,0
	bata pasangan	1,2 - 1,8

Kecepatan Minimum

Kecepatan minimum adalah batas kecepatan terendah yang mengakibatkan adanya sedimentasi, pertumbuhan gulma dan perkembangbiakan nyamuk yang dapat menyebabkan penyakit malaria. Untuk mencegah pertumbuhan

gulma air diperlukan kecepatan minimum 0.75 m/detik, sedangkan untuk mencegah malaria kecepatan minimum 0.4 m/detik.

Perbandingan Lebar Dasar dan Kedalaman Aliran

Perbandingan lebar dasar dan kedalaman aliran (b/h) untuk saluran pembuang sekunder diambil antara 1 sampai 3. Untuk saluran yang lebih besar nilai ini harus paling tidak 3. Untuk saluran sekunder dan primer, lebar dasar minimum sebesar 0,6 m, sedangkan untuk saluran lapangan lebar dasar minimum 0,3 m. Suatu petunjuk hubungan antara Q, h dan b/h pada umumnya untuk saluran drainase adalah seperti pada Tabel 8.6. Untuk saluran irigasi hubungan Q, z, b/h dan km yang umumnya dipakai adalah seperti pada Tabel 8.6 di bawah ini .

Tabel 9. Hubungan antara Q, h dan b/h untuk saluran pembuang

Q (m^3/det)	h(m)	b/h
<0,5	< 0,5	1
0,5 - 1,1	0, - 0,75	2
1,1 - 3,5	0,75 - 1,0	2,5
> 3,5	> 1,0	3

Kemiringan Talud

Nilai kemiringan talud minimum untuk saluran pembuang dapat diambil dari Tabel 8.7 atau Tabel 8.8 Pada daerah yang diperkirakan terjadi rembesan yang besar ke dalam saluran pembuang maka talud harus dirancang lebih besar dari Tabel 8.8 .

Tabel 10. Hubungan antara Q, z, b/h dan km untuk saluran irigasi

Q (m^3/det)	Z	b/h	km
<0,5	1,0	1,0	30
0,15 - 0,30	1,0	1,0	35
0.30 - 0,50	1,0	1,0 - 1,2	35

0.50 - 0,75	1,0	1,2 - 1,3	35
0.75 - 1,0	1,0	1,3- 1,5	35
1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 1,8	35
1,5 - 3,0	1,5	1,8 - 2,3	40
3,0 - 4,5	1,5	2,3 - 2,7	40
4,5 - 5,0	1,5	2,7 - 2,9	40
5,0 - 6,0	1,5	2,9 - 3,1	42,5
6,0 - 7,5	1,5	3,1 - 3,5	42,5
7,5 - 9,0	1,5	3,5 - 3,7	42,5
9,0 - 10,0	1,5	3,7 - 3,9	42,5
10,0 - 11,0	2,0	3,9 - 4,2	45
11,0 - 15,0	2,0	4,2 - 4,9	45
15,0 - 25,0	2,0	4,9 - 6,5	45
25,0 - 40,0	2,0	6,5 - 9,0	45

Tabel 11. Kemiringan Talud Minimum Saluran Pembuang

Kedalaman Galian D (m)	Kemiringan talud horizontal : vertikal
D < 1	1,0
1,0 < D < 2,0	1,5
D > 2,0	2,0

Tabel 12. Kemiringan talud berdasarkan jenis tanah dimana saluran tersebut dibuat

Jenis Tanah	Kemiringan talud horizontal : vertikal
Batuan (rock)	0
Tanah gambut (peat soil) matang	1/4
Liat lekat atau berlapis beton	1/2 - 1
Tanah dengan berlapis batu	1
Tanah untuk saluran besar	1
Liat teguh (firm clay)	1,5
Pasir	2
Lempung berpasir atau liat porous	3

Tinggi Jagaan

Karena debit pembuang rencana akan terjadi dengan periode ulang rata-rata 5 tahun, maka elevasi muka air rencana maksimum diambil sama dengan elevasi lahan. Galian tanah tambahan sebenarnya tidak diperlukan lagi. Akan tetapi untuk keamanan biasanya ditambahkan sekitar 0,1 m sampai 0,5 m.

3. Tugas

Sistem Drainase Lahan Pertanian

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 8 tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian. Amati Sistem Drainase Lahan Pertanian yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik

Menganalisis Sistem Drainase Lahan Pertanian

Pendahuluan

Sistem drainase lahan pertanian merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam menunjang produksi lahan pertanian. Tanpa ada sistem drainase lahan, maka produksi tanaman akan mengalami gangguan, bahkan kegagalan jika pada lahan pertanian yang diusahakan tidak ada sistem drainasenya.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis Sistem Drainase Lahan Pertanian di lapangan, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Sistem Drainase Lahan Pertanian
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Mengamati Sistem Drainase Lahan Pertanian

1) Siapkan lahan dengan sistem drainase yag akan dipelajari
2) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
3) Baca dengan seksama materi tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian.
4) Amati Sistem Drainase Lahan Pertanian yang ada dengan seksama.

5) Catat jenis saluran drainase, ukuran saluran drainase dan sistem drainase yang ada, apakah sesuai dengan kondisi lahan yang ada.
6) Buatlah gambar sket lahan yang ada, dan rencanakan sistem drainase lahan yang sesuai.
7) Buat perencanaan saluran sesuai dengan kondisi lahan.
8) Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasikan di kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
....
....
....
b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
....
....
....
c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
....
....
....

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan Sistem Drainase Lahan Pertanian, jelaskan!
b. Jelaskan pengaruh tak langsung system drainase lahan yang memberikan pengaruh positif terhadap tanaman !
c. Jelaskan pengaruh tak langsung sistem drainase yang bersifat negative terhadap tanaman !
d. Jelaskan pengaruh positif tak langsung penurunan muka tanah !
e. Jelaskan jenis-jenis Sistem Drainase Lahan Pertanian!
f. Faktor-faktor apa saja yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan besarnya saluran drainase di lahan pertanian?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Drainase lahan pertanian didefinisikan sebagai pembuatan dan pengoperasian suatu sistem dimana aliran air dalam tanah diciptakan sedemikian rupa sehingga baik genangan maupun kedalaman air tanah dapat dikendalikan sehingga bermanfaat bagi kegiatan usahatani.
b. Pengaruh tak langsung dari sistem drainase lahan pertanian yang berpengaruh positif terhadap tanaman adalah (1) pencucian garam atau bahan-bahan berbahaya dari profil tanah, (2) pemanfaatan kembali air drainase.
c. Pengaruh tak langsung sistem drainase lahan pertanian yang bersifat negatif adalah (1) kerusakan lingkungan di bagian hilir karena tercemari oleh garam, (2) gangguan terhadap infrastruktur karena adanya saluran-saluran.
d. Pengaruh positif tak langsung dari penurunan muka air tanah adalah (1) mempertinggi aerasi tanah, (2) memperbaiki struktur tanah, (3) memperbaiki ketersediaan Nitrogen dalam tanah, (4) menambah variasi tanaman yang dapat ditanam, (5) menambah kemudahan kerja alat dan mesin pertanian, (6) mempertinggi kapasitas tanah untuk menyimpan air.

e. Sistem drainase lahan pertanian dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu drainase permukaan dan drainase bawah permukaan.
f. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan besarnya saluran drainase adalah (1) kondisi alam yang beragam, dan (2) jumlah air yang akan dibuang.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 8 tentang Sistem Drainase Lahan Pertanian, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ……………………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ………………………………………………..

Kelas : ………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Tanggal Pengamatan : ....

Materi Pokok : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Apa yang dimaksud dengan Sistem Drainase Lahan Pertanian, jelaskan	Drainase lahan pertanian dide-finisikan sebagai pembuatan dan pengoperasian suatu sistem dimana aliran air dalam tanah diciptakan sedemikian rupa sehingga baik genangan maupun kedalaman air tanah dapat dikendalikan sehingga berman-faat bagi kegiatan usahatani	10
2.	Jelaskan pengaruh tak langsung system drainase lahan yang memberikan	Pengaruh tak langsung dari sistem drainase lahan pertanian yang berpengaruh positif	10

	pengaruh positif terhadap tanaman	terhadap tanaman adalah (1) pencucian garam atau bahan-bahan berbahaya dari profil tanah, (2) pemanfaatan kembali air drainase	
3.	Jelaskan pengaruh tak langsung sistem drainase yang bersifat negative terhadap tanaman	Pengaruh tak langsung sistem drainase lahan pertanian yang bersifat negatif adalah (1) kerusakan lingkungan di bagian hilir karena tercemari oleh garam, (2) gangguan terhadap infrastruktur karena adanya saluran-saluran	10
4.	Jelaskan pengaruh positif tak langsung penurunan muka tanah !	Pengaruh positif tak langsung dari penurunan muka air tanah adalah (1) mempertinggi aerasi tanah, (2) memperbaiki struktur tanah, (3) memperbaiki keter-sediaan Nitrogen dalam tanah, (4) menambah variasi tanaman yang dapat ditanam, (5) menam-bah kemudahan kerja alat dan mesin pertanian, (6) memper-tinggi kapasitas tanah untuk menyimpan air	10
5.	Jelaskan jenis-jenis Sistem Drainase Lahan Pertanian	Sistem drainase lahan pertanian dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu drainase permukaan dan drainase bawah permukaan.	10
6.	Faktor-faktor apa saja yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan besarnya saluran drainase di lahan pertanian?	Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan besarnya saluran drainase adalah (1) kondisi alam yang beragam, dan (2) jumlah air yang akan dibuang	10
7.	Apa yang dimaksud dengan saluran interceptor drain ?	Saluran interceptor drain adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembe-banan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain	10

		dibawah-nya. Saluran ini biasa dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. Outlet dari saluran ini biasanya terdapat di saluran collector atau conveyor, atau langsung di drainase alam	
8.	Apa yang dimaksud dengan saluran kolektor ?	Saluran kolektor adalah saluran yang berfungsi sebagai pengum-pul debit dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran konveyor (pembawa).	10
8.	Apa yang dimaksud dengan saluran konveyor atau conveyor drain ?	Saluran konveyor adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui. Lelak saluran conveyor di bagian terendah lembah dari daerah. sehingga secara efektif dapat berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada.	10
9.	Dalam merencanakan system drainase lahan pertanian, jenis informasi apa kondisi lahan yang harus diketahui ?	Dalam merancang sistem drainase lahan pertanian, maka ada sejumlah informasi situasi dan kondisi fisik lahan, baik kondisi saat ini, maupun yang direncanakan perlu diketahui, yaitu (1) sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, listrik, dan lain lain), (2) bottle neck yang mungkin ada, (3) batas-batas daerah pemilikan, (4) letak dan jumlah prasarana yang ada, (5) tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan, (6) Gambaran prio-ritas daerah secara garis besar.	20
		Skor Total	100

Kegiatan Pembelajaran 9. Pengoperasian Pompa Irigasi

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 9 tentang Pengoperasian Pompa Irigasi berisikan 8 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengertian Pompa Irigasi, (2) Karateristik Pompa Irigasi, (3) Jenis-jenis Pompa Irigasi dan Karakteristik Pengoperasian, (4) Pemilihan Pompa Irigasi, (5) Kebutuhan Energi Pompa, (6) Pemasangan Pompa Irigasi, (7) Pengoperasian Pompa Irigasi, (8) Perawatan Pompa Irigasi, (9) Efisiensi Pompa Irigasi

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 9 tentang Pengoperasian Pompa Irigasi, diharapkan Anda dapat ;

1) Menganalisis Pengertian Pompa Irigasi
2) Menganalisis Karateristik Pompa Irigasi
3) Menganalisis Jenis-jenis Pompa Irigasi dan Karakteristik Pengoperasian
4) Menganalisis Pemilihan Pompa Irigasi
5) Menganalisis Kebutuhan Energi Pompa
6) Menganalisis Pemasangan Pompa Irigasi
7) Menganalisis Pengoperasian Pompa Irigasi
8) Menganalisis Perawatan Pompa Irigasi
9) Menganalisis Efisiensi Pompa Irigasi

2. Uraian Materi

Pengoperasian Pompa irigasi

Pengertian Pompa

Pompa adalah suatu jenis mesin yang berfungsi untuk memindahkan zat alir (*fluida*) termasuk air melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara memberikan energi mekanik pada pompa yang kemudian diubah menjadi energi gerak.

Spesifikasi pompa menyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan per satu-satuan waktu dan tinggi energi angkat. Dalam fungsinya tersebut pompa mengubah energi gerak poros untuk menggerakkan sudu-sudu menjadi energi gerak dan tekanan pada fluida.

Pada umumnya pompa digunakan untuk menaikan air dari sebuah sumber air seperti sungai, waduk, kolam, sumur ke lahan pertanian dimana aktivitas budidaya tanaman di lakukan. Untuk dapat mensuplai air, maka dalam pelaksanaan irigasi, penggunaan pompa dapat dilakukan secara tunggal, seri, dan peralel yang kesemuannya tergantung pada kebutuhan serta peralatan yang ada.

Untuk merencanakan pemasangan pompa, harus diketahui terlebih dahulu karakteristik pompa yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimum.

Karateristik Pompa Irigasi

Sebelum Anda mengenal tentang pompa dan karakteristiknya, ada baiknya diingat kembali tentang sistem satuan internasional (*International Metric System*) dan istilah-istilah yang biasa dipakai dalam masalah perpompaaan.

Satuan dasar dalam sistem internasional SI adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Satuan system internasional

Pengukuran	Unit	Simbol
Panjang	Meter	m
Volume	Meter kubik	m^3
Massa	Kilogram	kg
Gaya	Newton	N

Beberapa terminology penting yang sering dipakai dalam pompa yang perlu dipahami adalah:

Tekanan

Tekanan adalah istilah yang sering digunakan dalam bidang hidrolika atau keairan yang menggambarkan gaya yang dikeluarkan oleh air pada luasan bidang tertentu dari suatu objek yang tenggelam dalam air. Tekanan umumnya dinyatakan dalam kilo Newton per meter persegi (kN/m^2). Sebagai alternatif lain sering pula digunakan satuan "bar" dimana 1 bar setara dengan 100 kN/m2. Tekanan dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\text{Tekanan}\left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = \frac{\text{Gaya(kN)}}{\text{luas}(\text{m}^2)}$$

Sebagai contoh, suatu pompa irigasi bekerja dengan tekanan sebesar 300 kN/m^2, hal ini berarti bahwa setiap luasan 1 m^2 pada pipa dan pompa mempunyai gaya seragam sebesar 300 kN yang bekerja padanya. Selain satuan bar dank N/m2, beberapa satuan yang sering dipakai dalam bidang pompa adalah kilogram gaya per sentimeter persegi

(kgf/cm^2) atau pounds-force per inci persegi atau psi (lbf/in^2). Konversi dari satuan-satuan tersebut adalah:

$$1 \text{ bar} = 14{,}7 \text{ lbf/in}^2 = 1 \text{ kgf/cm}^2 = 100 \text{ kN/m}^2.$$

Tekanan air dalam pipa dapat diukur dengan Bourdon Gage (Gambar 9.2). Di dalam alat ini terdapat suatu tabung berbentuk lengkung yang akan meregang

apabila diberi tekanan. Tabung ini disambungkan dengan penunjuk berskala sehingga besarnya tekanan dapat dibaca. Jika pengukur Bourdon digantikan dengan slang vertikal, maka air dalam slang akan naik sampai ketinggian tertentu sesuai dengan besarnya tekanan. Jika tekanannya 1 bar maka air akan naik setinggi sekitar 10 meter.

Head tekanan (m) = 0,1 x tekanan (kN/m^2) = 10 x tekanan (bar)

Gambar 42. Alat Bourdon pengukur tekanan

Tekanan atmosfir

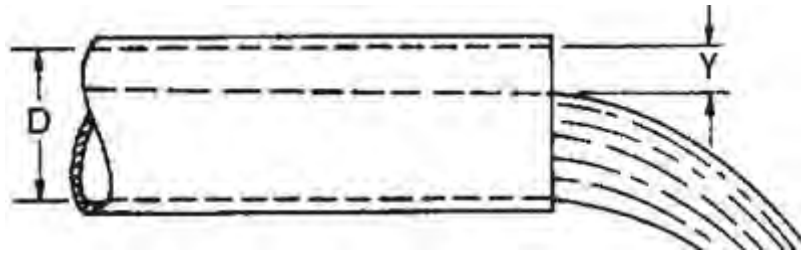
Tekanan atmosfer adalah tekanan udara pada titik manapun di atmosfer bumi. Tekanan udara pada setiap lapisan mempersentasikan total massa dari udara diatas level tersebut. Tekanan udara berkurang sesuai ketinggian. Meskipun udara kelihatannya ringan, jika mempunyai kolom udara yang besar pada permukaan bumi akan menghasilkan tekanan sekitar 100 kN/m^2 atau ekivalen dengan 1 bar atau 10 m kolom air

Tekanan atmosfir = 100 kN/m2 = 1 bar = 10 m kolom air

Debit

Kecepatan atau velocity adalah laju air mengalir per satuan waktu dalam pipa atau saluran yang dinyatakan dengan satuan m/detik. Debit adalah volume air

mengalir dalam pipa atau saluran per satuan waktu yang dinyatakan dengan m^3/detik.

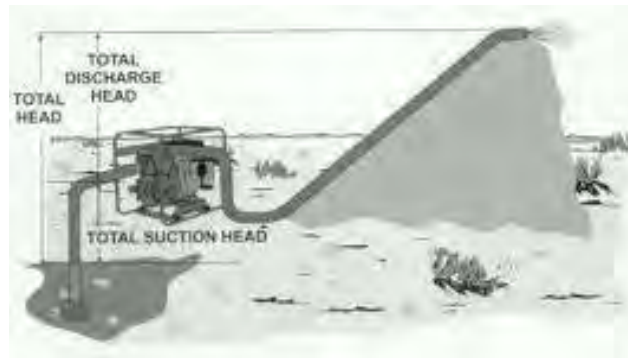
Sebagai contoh pada Gambar 9.1 dimana air mengalir dalam pipa berdiameter 100 mm pada kecepatan 1,5 m/detik. Maka dalam 1 detik sejumlah air akan mengalir dalam pipa dengan volume sama dengan yang diarsir pada Gambar 9.1. Volume ini besarnya sama dengan kecepatan dikalikan dengan luas penampang aliran yakni 1.5 x 0.008 = 0.012 m^3/detik.

Gambar 43. Pengukuran debit

Debit aliran (m3/detik) = luas penampang aliran (m2) x Kecepatan (m/detik)

Kapasitas pompa

Kapasitas adalah volume air yang keluar dari pompa per satuan waktu. Biasa disebut juga debit aliran, umumnya dinyatakan dalam satuan liter/detik atau liter/menit.

Tinggi Isap Statik (*Static Suction Lift*):

Tinggi isap static adalah jarak vertikal dari poros pompa ke muka air sumber lihat Gambar 44.

Gambar 44. Sistem pemompaan dimana sumber air di bawah pusat pompa keluar secara gravitasi

Total Tinggi Isap (*Total Suction Lift*)

Jumlah dari tinggi isap statik dengan semua kehilangan energi pada pipa isap (pipa, saringan dan klep kaki) ditambah dengan velocity head pada pipa isap.

Tinggi Tekan Statik (*Static Discharge Head*)

Tinggi tekan static adalah jarak vertikal dari poros pompa ke elevasi muka air yang keluar dari pompa lihat Gambar 9.3.

Total Head tekan (*Total Discharge Head*)

Total head tekan adalah jumlah tinggi tekan statik dengan semua kehilangan energi pada pipa tekan berupa pipa dan smabungan ditambah velocity head dan pressure head.

Total Head

Total head tekanan atau energi yang harus diberikan pompa pada air yang besarnya merupakan penjumlahan dari total head tekan dengan total suction lift.

Total Head Statik

Total head statik adalah jarak vertikal dari muka air pada pipa isap ke muka air keluar.

Head Gesekan (*Friction Head*)

Friction head adalah head ekuivalen dinyatakan dalam meter kolom air untuk menanggulangi gesekan aliran dalam pipa.

Head Tekanan (Pressure Head)

Pressure head adalah tekanan dinyatakan dalam meter kolom air dalam ruang tertutup dimana pompa mengisap atau menekan air (Hp = ρ/g).

Head Kecepatan (*Velocity Head*)

Head kecepatan (Velocity head) adalah tekanan air yang dinyatakan dalam meter kolom air yang diperlukan untuk menghasilkan kecepatan aliran. (Hv= v2/2g)

Maksimum tinggi isap pompa (maximum practical suction lift). Untuk opersional pompa sentrifugal tanpa cavitasi, tinggi isap ditambah dengan semua kehilangan lainnya harus lebih kecil dari tekanan atmosfir teoritis.

Maksimum tinggi isap dihitung dengan persamaan:

$$\mathbf{H_s = H_a - H_f - e_s - NPSH - F_s}$$

dimana:

Hs = adalah maksimum tinggi isap, atau jarak dari pusat pompa ke muka air (meter)

Ha = tekanan atmosfir pada permukaan air (meter atau 10,33 m pada permukaan laut);

Hf = kehilangan karena gesekan pada saringan, pipa, sambungan dan klep pada pipa isap (m);

es = tekanan uap air jenuh (m);

NPSH = net positive suction head pompa termasuk kehilangan di sudu-sudu dan velocity head (m);

Fs = Faktor pengaman (biasanya diambil sekitar 0,6 m)

Catatan

Koreksi Ha untuk ketinggian tempat adalah sekitar 0,36 m per 300 m tinggi tempat. Kehilangan gesekan dan tinggi angkat harus dijaga serendah mungkin. Untuk alasan tersebut umumnya diameter pipa isap lebih besar dari pipa tekan, dan pompa ditempatkan sedekat mungkin dengan muka air sumber air.

Hubungan antara ketinggian tempat dengan tekanan atmosfir dinyatakan dengan persamaan (atau Tabel 9.2):

$$\mathrm{Pa} = 10.33x\left[1 - \frac{0.0065h}{288}\right]^{5.256}$$

dimana

Pa: tekanan atmosfir (m H_2O);

h: ketinggian tempat di atas muka laut (m)

Tabel 14. Hubungan antara Suhu dengan Tekanan Uap Air

Suhu	Tekanan uap air (m kolom air)
10	0.12
15	0.17
20	0,24
30	0.43
40	0.77

50	1.26
90	7.3
100	10.33

Tabel 15. Hubungan antara ketinggian tempat dengan Tekanan Atmosfir

Ketinggian di atas muka laut (m)	Tekanan atmosfir (m kolom air)
0	10,33
250	10,0
500	9,75
1.000	9,20
1.500	8,60
2.000	8,10

Contoh

Tentukanlah maksimum tinggi isap (Hs) untuk pompa dengan debit 38 lt/detik. Jika suhu air 20^o C. Total hilang gesekan pada pipa diameter 10 cm dan sambungan adalah 1,5 m. Pompa beroperasi pada ketinggian tempat 300 m dpl. NPSH pompa dari pabriknya 4,7 m.

Penyelesaian:

es pada 20^o C = 0,24 m

Fs = 0,6 m.

Tekanan atmosfir = 10,33 - 0,36 = 9,97 m

Maka

Hs = Ha - Hf - es - NPSH - Fs

Hs = 9,97 - 1,5 - 0,24 - 4,7 - 0,6 = 2,93 m.

Jenis-Jenis Pompa Irigasi Dan Karakteristik Pengoperasian

Ada beberapa jenis pompa yang digunakan untuk kepentingan irigasi. Beberapa kriteria yang digunakan mengklasifikasikan jenis-jenis pompa irigasi adalah sebagai berikut. Pompa diklasifikasi menjadi dua jenis menurut prinsip

kerjanya, yaitu, (1) pompa dinamik dan (2) pompa displacement. Masing-masing jenis diatas masih dibagi lagi menjadi beberapa jenis menurut jumlah tingkat, bentuk element pompa, jumlah kerja dan arah aliran fluida.

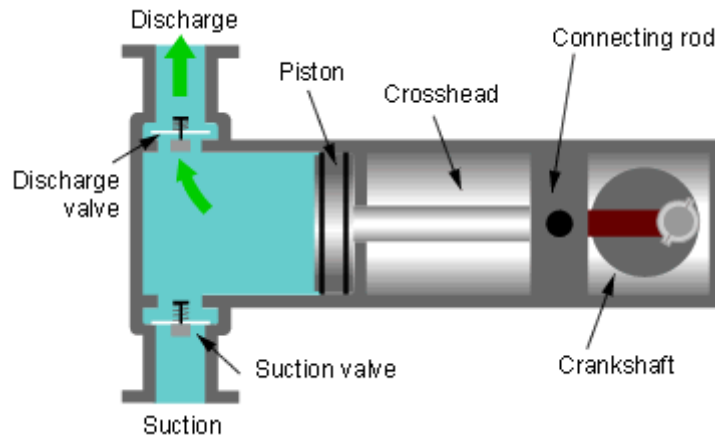
Pompa Kerja Positif

Pada pompa kerja positif kenaikan tekanan cairan di dalam pompa disebabkan oleh pengecilan volume ruangan yang ditempati cairan tersebut. Adanya elemen yang bergerak dalam ruangan tersebut menyebabkan volume ruangan akan membesar atau mengecil sesuai dengan gerakan elemen tersebut.

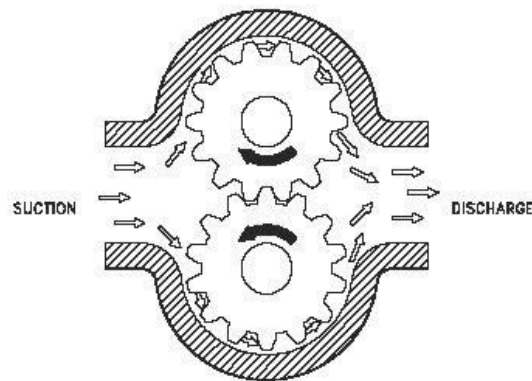
Secara umum pompa kerja positif diklasifikasikan menjadi :

Pompa Piston

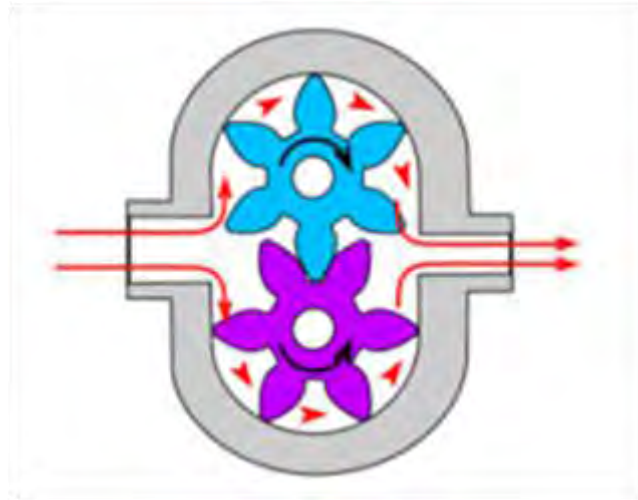
Prinsip kerja dari pompa ini adalah sebagai berikut berputarnya selubung putar akan menyebabkan piston bergerak naik-turun. Air terhisap ke dalam silinder dan kemudian diputar ke saluran buang akibat gerakan turun-naiknya piston. Bertemunya rongga silindris piston pada selubung putar dengan saluran isap dan tekan yang terdapat pada alat berkatup. Pompa ini diproduksi untuk memenuhi kebutuhan head yang sangat tinggi dengan kapasitas aliran rendah. Dalam aplikasinya pompa piston banyak digunakan untuk keperluan pemenuhan tenaga hidrolik pesawat angkat.

Prinsip kerjanya adalah torak melakukan gerakan isap terbuka dan katup tekan tertutup. Sedangkan pada saat torak mulai melakukan gerakan tekan, katup isap tertutup dan katup tekan terbuka. Kemudian fluida yang tadinya terisap dibuang pada katup tekan. Pompa ini biasa digunakan untuk memenuhi head tinggi dengan kapasitas rendah. Dalam aplikasinya pompa torak banyak digunakan untuk pemenuhan tenaga hidrolik.

Gambar 45. Pompa Piston

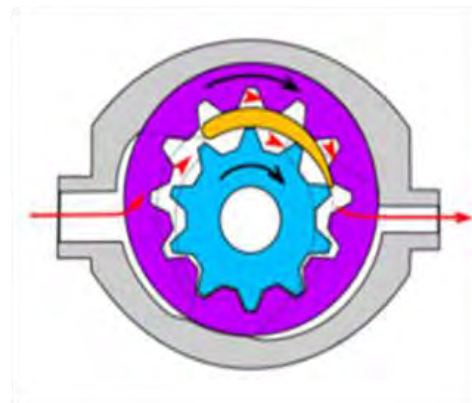
Pompa Roda Gigi

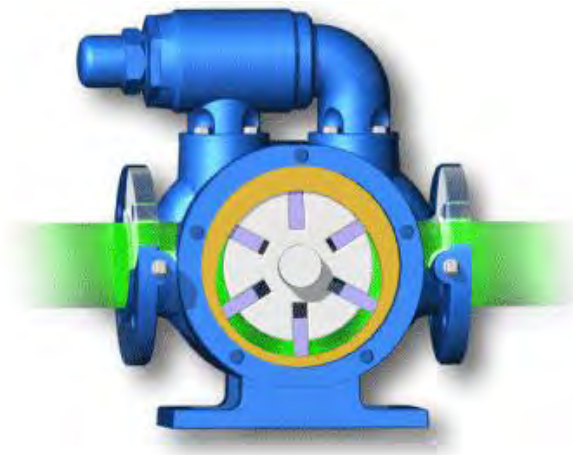
Prinsip kerjanya adalah berputarnya dua buah roda gigi berpasangan yang terletak antara rumah pompa dan menghisap serta menekan fluida yang mengisi ruangan antar roda gigi yang dibatasi oleh gigi dan rumah pompa. Zat cair yang dihisap ditekan ke sisi buang akibat terisinya ruang antara roda gigi pasangannya. Pompa ini biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan head tinggi dengan kapasitas aliran sangat rendah. Dalam aplikasinya, pompa ini digunakan untuk pelumas.

Gambar 46. Pompa Roda Gigi

Pompa rado gigi luar

Pada pompa roda gigi luar, rotornya berupa sepasang roda gigi yang berputar di dalam rumah pompa. Roda gigi itu dapat berupa gigi heliks-tunggal, heliks-ganda atau gigi lurus.

Gambar 47. Pompa roda gigi luar

Pompa roda gigi dalam

Pompa roda gigi dalam mempunyai rotor yang berupa roda gigi dalam yang berpasangan dengan roda gigi luar yang bebas (idler).

Gambar 48. Pompa roda gigi dalam

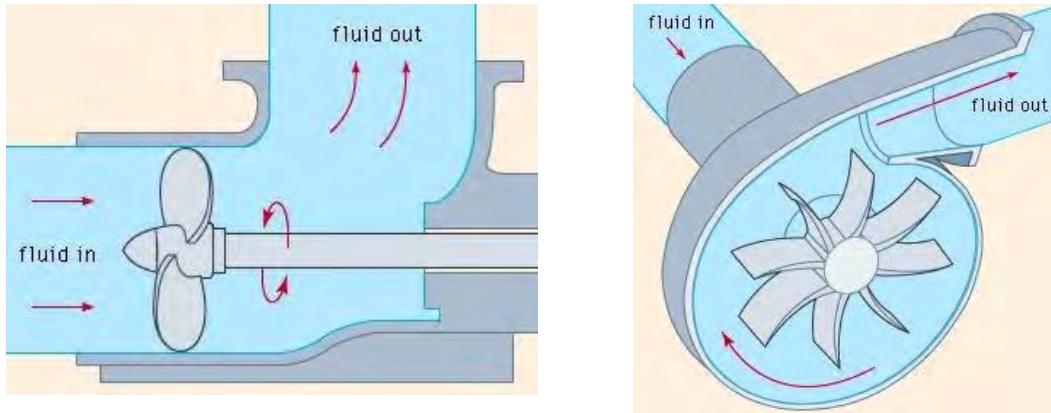
Pompa vane, rotornya berupa elemen berputar yang dipasang eksentrik dengan rumah pompa. Pada sekeliling rotor terdapat alur yang diisi bilah-bilah sudu yang dapat bergerak bebas. Ketika rotor diputar, sudu-sudu bergerak dalam arah radial akibat gaya sentrifugal, sehingga salah satu ujung sudu selalu kontak dengan permukaan dalam rumah pompa membentuk sekat-sekat ruangan di dalam pompa.

Gambar 49. Pompa vane

Pompa Dinamik

Pompa dinamik adalah pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan satu sudu-sudu yang berputar dengan kecepatan tinggi. Fluida masuk dipercepat oleh sudu-sudu yang menaikkan kecepatan absolut fluida maupun tekanannya dan melemparkan aliran melalui volut. Yang tergolong pompa dinamik antara lain:

Pompa Aksial

Prinsip kerja pompa ini adalah sebagai berikut, berputarnya sudu-sudu akan mengisap fluida yang akan dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial atau tegak lurus. Pompa aksial biasanya diproduksi untuk

kebutuhan pompa dengan head yang rendah dan kapasitas aliran yang besar. Dalam aplikasinya pompa jenis ini banyak digunakan untuk irigasi.

Gambar 50. Skema Pompa Aksial

Pompa Benam

Pompa benam menggunakan daya listrik untuk menggerakkan motor. Motor itu mempunyai poros yang tegak lurus dengan sudu-sudu. Karena kedudukan sudu-sudu satu poros dengan motor, maka bila motor bekerja, sudu-sudu akan berputar dan air yang berada pada bak isapan terangkat oleh sudu yang terdapat pada sudu-sudu. Untuk menahan air yang telah diisap oleh sudu-sudu, supaya tidak bocor kembali ke bak isapan, air ditahan oleh lower difusser yang berada di bagian bawah pompa.

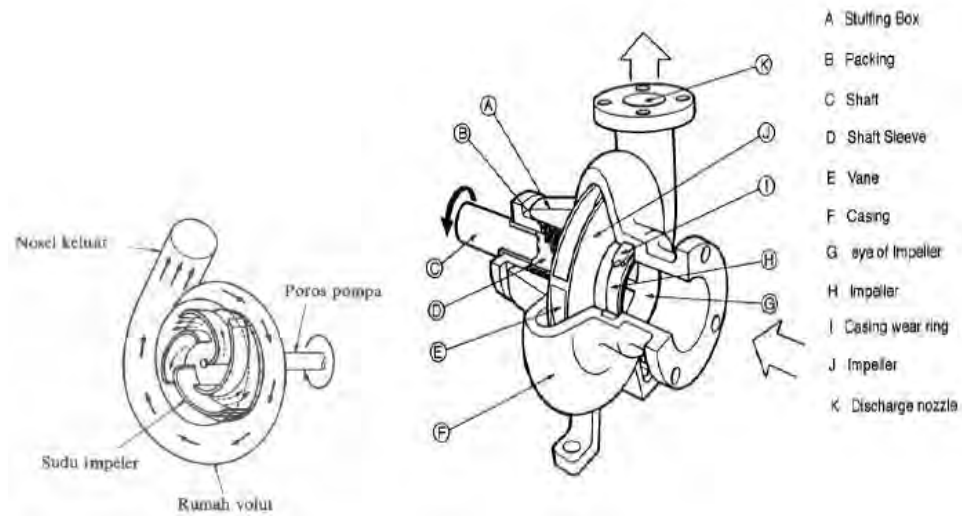
Gambar 51. Pompa Benam (submersible)

Pompa Hydraulic Ramp

Adalah pompa yang tidak menggunakan energi listrik/bahan bakar untuk bekerja. Bekerja dengan sistem pemanfaatan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul karena adanya aliran air dari sumber air ke pompa, gaya tersebut digunakan untuk menggerakkan katup yang bekerja dengan frekuensi tinggi, sehingga diperoleh gaya besar untuk mendorong air ke atas.

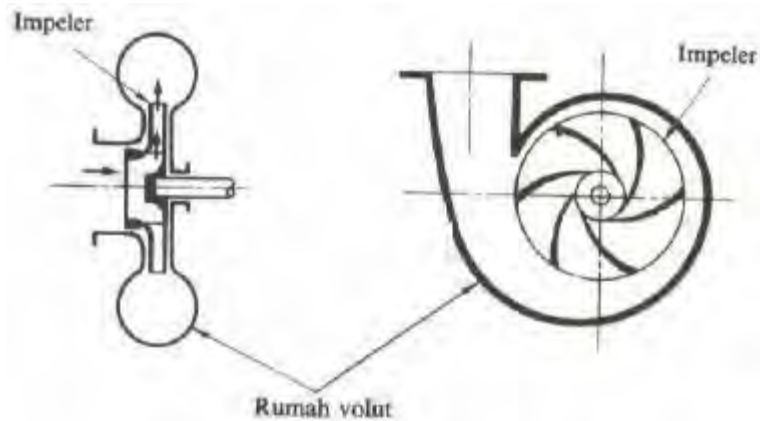
Gambar 52. Hydraulic Ramp

Pompa Sentrifugal

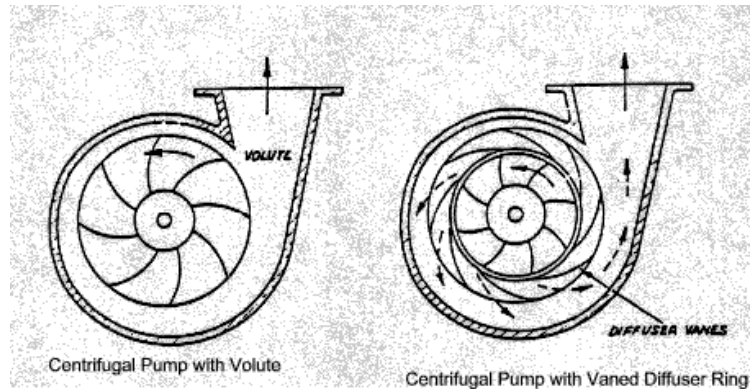
Pompa ini terdiri dari satu atau lebih sudu-sudu yang dilengkapi dengan sudu-sudu pada poros yang berputar dan diselubungi chasing. Fluida diisap pompa melalui sisi isap, akibat berputarnya sudu-sudu yang menghasilkan tekanan vakum. Pada sisi isap selanjutnya fluida yang telah terisap kemudian terlempar ke luar sudu-sudu akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida.

Gambar 53. Pompa Sentrifugal dengan Isapan Ujung

Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Pompa Volut

Aliran yang keluar dari sudu-sudu pompa volut ditampung dalam volut, yang selanjutnya akan dialirkan memalui nozzle untuk keluar.

Gambar 54. Skema Pompa Volut

Pompa Difusser

Pompa yang mempunyai difusser yang dipasang mengelilingi sudu-sudu.

Gambar 55. Skema Pompa Difusser

Prinsip Kerja Pompa sentrifugal

Pada pompa sentrifugal energi penggerak dari luar diberikan kepada poros yang kemudian digunakan untuk menggerakkan baling-baling atau sudu-sudu. Sudu-sudu memutar cairan yang masuk ke dalam pompa sehingga mengakibatkan energi tekanan dan energi kinetik cairan bertambah. Cairan akan terlempar ke luar akibat gaya sentrifugal yang ditimbulkan gerakan sudu-sudu. Cairan yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran berbentuk volut atau spiral di sekeliling sudu-sudu dan disalurkan ke luar pompa melalui difuser. Di dalam difuser ini sebagian energi kecepatan akan diubah menjadi energi tekanan.

Pompa sentrifugal adalah salah satu anggota kelompok *variable displacement pump*. Sifat dari variable displacement pump adalah volume air per menit yang dihantarkan tidak sama dengan volume air yang dihisap setiap menitnya.

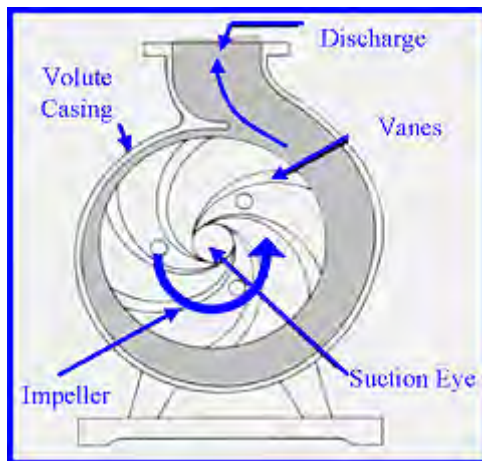
Hal ini disebabkan adanya *losses* pada komponen-komponen utamanya seperti impeler, casing dan penutup mekanis. Losses yang terjadi di sudu-sudu dan casing dapat diakibatkan oleh disain geometri sudu-sudu dan geometri

casingnya. Sedangkan losses pada mechanical seals dapat dikurangi dengan pengguna-an seal yang lebih berkualitas dan pemasangan yang presisi. Prosentase losses di impeler mencapai 2% – 10% dari total debit yang dihantarkan pompa. Penurunan efisiensi yang diakibatkan oleh disefisiensi disain casing mencapai 4,7%. Penggunaan mekanikal seal yang berkualitas baik dapat mengurangi kebocoran pada bagian-bagian yang berputar, sehingga menjadi hanya 10-40 cc/menit.

Dengan adanya acuan seperti disebutkan diatas, maka terbuka peluang untuk meningkatkan unjuk kerjanya dengan cara memodifikasi salah satu atau semua komponen utama pompa sentrifugal tersebut.

Disain sudu-sudu ditentukan oleh bentuk geometri dari sudu-sudu, antara lain meliputi kecepatan spesifik, diameter dalam dan luar sudu-sudu, sudut dalam dan luar kipas (vane), lebar celah pemasukan dan pengeluaran sudu-sudu, ketebalan kipas dan jumlah kipas.

Pompa sentrifugal memiliki dua tipe casing yaitu, volute (spiral) dan diffuser. Casing melakukan fungsi secara efektif mengkonversi gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh sudu-sudu menjadi tekanan. Casing tipe volute didesain menyerupai spiral yang mana luas permukaannya semakin membesar kearah lubang pengeluaran. Perubahan luas area tersebut mampu menurunkan kecepatan sehingga tekanannya menjadi meningkat.

Umumnya pompa tipe single stage memiliki casing tipe volute. Casing tipe diffuser memiliki kipas pengarah aliran air pada sekeliling impelernya. Tekanan air selalu meningkat saat melewati difuser sebab secara progresif meningkat luas area antara kipas-kipasnya dalam arah alirannya.

Gambar 56. Prinsip kerja pompa sentrifugal

Kapasitas tergantung beberapa faktor seperti :

- Karakteristik cairan misalnya berat jenis dan viskositas.
- Ukuran saluran masuk dan keluar.
- Ukuran sudu-sudu.
- Kecepatan putaran sudu-sudu.
- Ukuran dan bentuk rongga antar sudu-sudu
- Temperatur bagian hisap, debit dan kondisi tekanan

Pompa sentrifugal merupakan pompa yang paling banyak digunakan karena mempunyai bentuk yang sederhana dan harga yang relatif murah. Berikut ini adalah beberapa keuntungan pompa sentrifugal dibandingkan jenis pompa perpindahan positif :

- Gerakan sudu-sudu yang kontinyu menyebabkan aliran tunak.
- Keandalan operasi tinggi disebabkan gerakan elemen yang sederhana dan tidak adanya katup-katup.
- Kemampuan untuk beroperasi pada putaran tinggi, yang dapat dikopel dengan motor listrik, motor bakar atau turbin uap,

- Ukuran kecil sehingga hanya membutuhkan ruang yang kecil, lebih ringan dan biaya instalasi ringan

Pompa sentrifugal diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, antara lain:

1. Bentuk arah aliran yang terjadi di sudu-sudu. Aliran fluida dalam sudu-sudu dapat berupa, (1) Pompa aliran radial, (2) Pompa aliran aksial, (3) Pompa aliran campur (mixed flow).
2. Bentuk konstruksi sudu-sudu. Sudu-sudu yang digunakan dalam pompa sentrifugal dapat berupa sudu-sudu terbuka, sudu-sudu setengah terbuka atau sudu-sudu tertutup.
3. Banyaknya jumlah suction inlet. Beberapa pompa setrifugal memiliki suction inlet lebih dari dua buah. Pompa yang memiliki satu suction inlet disebut *single suction pump*, sedangkan untuk pompa yang memiliki dua suction inlet disebut *double suction pump*.
4. Banyaknya sudu-sudu. Pompa sentrifugal khusus memiliki beberapa sudu-sudu bersusun. Pompa yang memiliki satu sudu-sudu disebut *single stage pump* sedangkan pompa yang memiliki lebih dari satu sudu-sudu disebut *multi stage pump*.
5. Kapasitas. Suatu pompa dikategorikan berkapasitas rendah jika debitnya < 20 m^3/jam, kapasitas menengah jika debitnya 20 - 60 m^3/ jam, dan kapasitas tinggi jika debitnya > 60 m^3/jam.
6. Tekanan debit. Berdasarkan pada tekanan, maka suatu pompa dikategorikan memiliki tekanan rendah, jika tekanannya < 5 kg /cm^2, bertekanan sedang jika tekanannya 5 - 50 kg/cm^2, dan bertekanan tinggi, jika tekanannya > 50 kg/cm^2
7. Posisi poros. Berdasarkan posisi poros, pompa dibedakan menjadi pompa dengan poros posisi tegak, dan pompa dengan poros posisi mendatar.

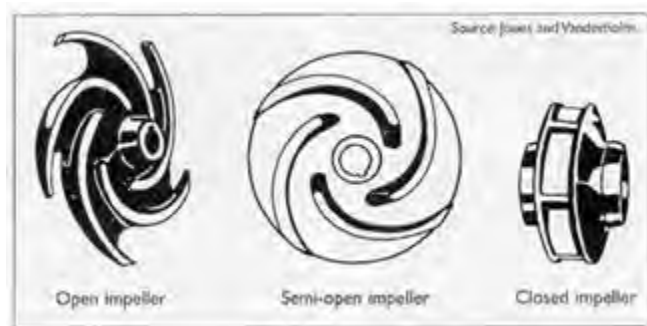
Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

Bagian-bagian pompa sentrifugal adalah sebagai berikut, (1) casing, (2) sudu-sudu, (3) inlet, (4) nozel (diffuser) dan outlet.

Casing (rumah keong)

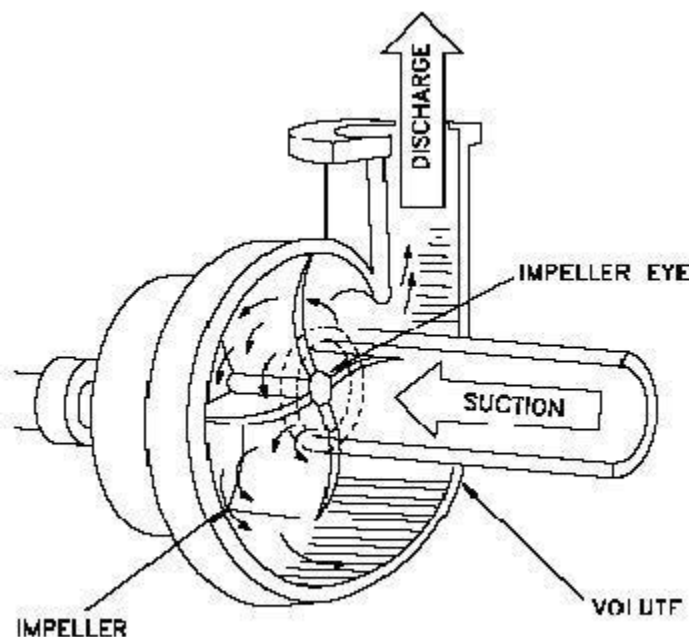
Fungsinya untuk merubah atau mengkonversikan energi cairan menjadi energi tekanan statis.

Sudu-sudu

Fungsinya untuk merubah energi kinetik atau memberikan energi kinetik pada zat cair, kemudian di dalam casing diubah menjadi energi tekanan.

Inlet. Inlet pada pompa, fungsinya adalah untuk saluran masuk cairan ke dalam sudu-sudu.

Outlet. Outlet pompa fungsinya adalah untuk saluran saluran keluar dari sudu-sudu.

Nozzle

Fungsinya untuk merubah energi kinetik menjadi energi tekanan.

Gambar 57. Prinsip kerja pompa sentrifuhal

Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Fluida terhisap melalui sisi isap, karena tekanan pada pompa lebih kecil dari pada tekanan atmosfer, kemudian masuk dan ditampung di dalam rumah keong. Karena adanya putaran sudu-sudu, maka fluida keluar melalui sisi buang dengan arah radial.

Disebut juga rumah keong, berfungsi menampung cairan yang terlempar dari sudu-sudu sudu-sudu.

Pemilihan Pompa Irigasi

Kriteria dan Prosedur Pemilihan Pompa untuk Irigasi

Faktor utama pemilihan pompa adalah: (1) keperluan air irigasi untuk tanaman, (2) debit sumber air (sungai, kolam, sumur), (3) ketersediaan dan biaya dari jenis pompa dan energi.

Penentuan Kapasitas Debit Pompa

Data ketersediaan debit aman dari sumur dan sumber air lainnya, serta debit air irigasi yang diperlukan tanaman harus diduga dengan perhitungan.

Kapasitas debit pompa berdasarkan kebutuhan tanaman.

Debit pompa harus mampu memenuhi keperluan puncak tanaman. Debit pompa tergantung pada luas areal pada tanaman yang berbeda, keperluan puncak tanaman, perioda rotasi dan lama operasional pemompaan dalam satu hari. Hubungan tersebut dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = \sum \frac{A \times y}{R \times T} \times \frac{1000}{36} = 27.78 \times \sum \frac{A \times y}{R \times T}$$

dimana:

q: debit pompa (liter/detik);
A : luas areal tanaman (hektar);
y: kedalaman air irigasi (cm);
R: perioda rotasi (hari);
T: lama pemompaan per hari (jam/hari)

Contoh 9.1:

Seorang petani mempunyai lahan seluas 5 hektar yang akan ditanami berbagai jenis tanaman sebagai berikut:

Jenis Tanaman	Luas areal (hektar) A	Jumlah air irigasi (cm) y	Perioda Rotasi (hari) R	Jam Kerja Pemompaan (jam/hari) T
1. Padi	2	10	10	10
2. Jagung	2	7,5	15	10
3. Sayuran	1	7,5	10	10

Tentukanlah debit pompa yang diperlukan !

Penyelesaian :

Debit pompa irigasi yang diperlukan untuk keperluan penyiraman tanaman sesuai data di atas adalah :

$$Q = \sum \frac{A \, x \, y}{R \, x \, T} x \frac{1000}{36} = 27.78x \sum \frac{A \, x \, y}{R \, x \, T}$$

$$Q = 27.78x\left(\frac{2x10}{10x10} + \frac{2x7.5}{10x15} + \frac{1x7.5}{10x10}\right) = 10.4 \text{liter/detik}$$

Kebutuhan Energi Pompa

Energi

Dengan energi kita mampu bekerja. Dalam pemompaan energi diperlukan untuk mengangkat air dengan debit tertentu. Energi air dipasok oleh suatu pompa yang bergerak dengan tenaga manusia atau motor dengan menggunakan tenaga matahari, angin atau bahan bakar.

Energi biasanya diukur dalam satuan Watt-jam atau Watt-hour (Wh atau W-jam). Karena nilai 1 Wh ini sangat kecil maka satuan yang biasanya digunakan

adalah kilowatt-jam (kWh) dimana 1 kWh = 1.000 Wh. Beberapa gambaran umum nilai energi yang digunakan untuk pekerjaan tertentu adalah:

- Seorang petani bekerja di sawah menggunakan energi sekitar 0,2 – 0,3 kWh setiap hari
- Kipas angin di atas meja menggunakan energi 0,3 kWh setiap jam
- AC menggunakan energi sekitar 1 kWh setiap jam

Perhatikan bahwa periode waktu selalu diberikan jika menerangkan jumlah energy yang diperlukan. Misalnya petani memerlukan energi 0,2 kWh setiap hari untuk bekerja, energi tersebut dipasok dari makanan yang dimakan setiap hari. Dalam irigasi jumlah energi yang diperlukan ditentukan dalam satuan waktu harian, bulanan atau musiman.

Aspek penting dalam energi adalah bahwa energi dapat diubah dari suatu bentuk energi ke bentuk lainnya. Manusia dan hewan mengkonversi makanan menjadi energi yang berguna untuk menggerakkan ototnya. Dalam suatu sistem pompa yang digerakkan oleh mesin diesel, energi diubah beberapa kali sebelum digunakan untuk memompa air. Energi kimia yang dikandung oleh bahan bakar diesel dibakar dalam mesin diesel menghasilkan energi mekanik. Energi ini masuk ke pompa melalui poros putar (*drive shaft*) dan akhirnya ke air.

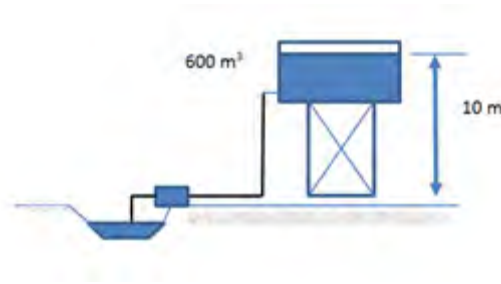
Perhitungan energi yang diperlukan pompa

Jumlah energi yang diperlukan untuk memompa air tergantung pada volume air yang dipompa dan head yang diperlukan dihitung dengan rumus:

$$\text{Energi air (kWh)} = \frac{\text{Volume air} (m^3) \times \text{head} (m)}{365}$$

Contoh

Air sebanyak 600 m^3 dipompakan setiap hari ke suatu tangki air yang terletak 10 m di atas permukaan tanah. Hitunglah berapa jumlah energi yang diperlukan?

Dengan menggunakan persamaan di atas maka energi air = (600 x 10)/365 = 16,4 kWh setiap hari.

Tenaga atau Daya (Power)

Istilah tenaga atau daya sering membingungkan dalam konteks istilah energi. Istilah ini berhubungan tetapi berbeda arti. Energi adalah kapasitas untuk mengerjakan suatu kerja, sedangkan tenaga adalah laju dimana energi tersebut digunakan. Tenaga atau daya adalah laju penggunaan energi yang biasanya diukur dengan satuan kilowatt (kW). Tenaga yang diperlukan untuk memompa air disebut tenaga air yang dirumuskan dengan persamaan:

$$\text{Tenaga}(\text{kW}) = \frac{\text{Energi}(\text{kWh})}{\text{waktu}\,(\text{jam})}$$

Satuan lainnya yang biasa digunakan untuk tenaga adalah tenaga kuda (HP) dengan konversi 1 HP = 0,74 kW atau 1 kW = 1,35 HP.

Contoh:

Pada contoh di atas telah dihitung bahwa energi diperlukan setiap hari untuk mengangkat 600 m^3 air setinggi 10 m adalah 16,4 kWh. Berapa tenaga air yang diperlukan ?

Untuk menghitung tenaga air dari energi air diperlukan waktu yang diperlukan untuk pemompaan:

- Jika pemompaan kontinyu selama 24 jam per hari, maka Tenaga Air (kW) adalah 16,4/24 = 0,68 kW = 0,92 HP

- Jika pompa hanya bekerja 12 jam/hari, maka tenaga air = 16,4/12 = 1,37 kW = 1,85 HP
- Jika pemompaan hanya 6 jam/hari, maka tenaga air = 16,4/6 = 2,73 kW = 3,68 HP.

Catatan:

Energi yang diperlukan adalah sama untuk ketiga kasus tersebut. Akan tetapi tenaga tergantung pada laju penggunaan energi tersebut. Jumlah tenaga diperlukan lebih besar jika waktu penggunaan energi lebih pendek.

Cara lain menghitung tenaga dan energi adalah menggunakan debit air yang dipompa (dari volume air yang dipompa).

Tenaga Air (kW) = 9,81x Debit (m/det) x Head (m)

Selanjutnya energi air dapat dihitung dari Tenaga air dengan mengalikan dengan waktu operasional,

Energi Air = Tenaga Air (kW) x Waktu operasional (jam)

Water Horse Power (WHP):

Water horse power (WHP) adalah tenaga kuda teoritis yang diperlukan untuk memompa air dengan debit dan tinggi head tertentu. Head dan debit yang dinyatakan dalam daya kuda (horse power).

$$\text{WHP} = \frac{\text{Debit(liter/detik) x Total Head(m)}}{75}$$

$$\text{WHP} = \frac{\text{Debit(m3/detik) x Total Head(m)}}{0.075}$$

atau

1 HP = 75 liter/detik.meter= 0,075 m3/detik meter = 0,74 KW.

Shaft Horse Power adalah tenaga yang diperlukan pada poros pompa.

$$\text{SHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{Efisiensi Pompa}}$$

Efisiensi adalah perbandingan antara tenaga output dengan tenaga input.

$$\text{Efisiensi Pompa} = \frac{\text{WHP}}{\text{SHP}}$$

Brake Horse Power adalah aktual tenaga yang diperlukan oleh mesin untuk memompa:

Apabila digunakan sambungan langsung maka BHP = SHP

Apabila menggunakan sabuk (belt) atau penghubung lainnya maka:

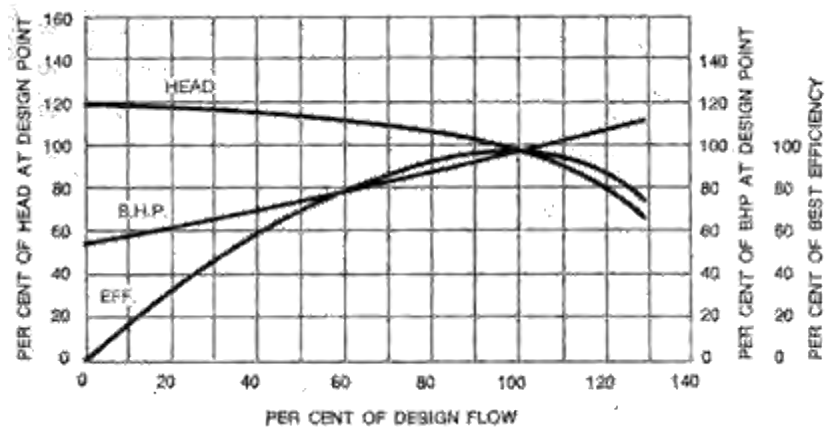
$$\text{B}HP = \frac{\text{WHP}}{\text{Efisiensi Pompa x Efisiensi Drive}}$$

$$\text{HP input pada motor listrik} = \frac{\text{WHP}}{\text{Efisiensi Pompa x Efisiensi Drive x efisiensi motor}}$$

$$\text{Kilowatt input motor listrik} = \frac{\text{BHP x 0,74}}{\text{Efisiensi motor}}$$

Kurva Karakteristik Pompa

Kurva karakteristik pompa biasa disebut juga kurva performansi, menggambarkan hubungan antara kapasitas, head, tenaga dan efisiensi pompa (Gambar 9.17). Pengetahuan kurva karakteristik pompa diperlukan untuk memilih pompa pada kondisi operasional tertentu yang memberikan nilai efisiensi tinggi dan biaya operasional yang rendah. Umumnya Head, input tenaga dan efisiensi disusun sebagai ordinat sedangkan kapasitas sebagai absis pada kecepatan pompa konstan. NPSH apabila ditunjukan juga dipasang pada ordinat. Sekitar 6-12 titik digunakan selama uji pompa (pump test). Kurva yang halus dihubungkan pada titik-titik tersebut. Kurva head - kapasitas

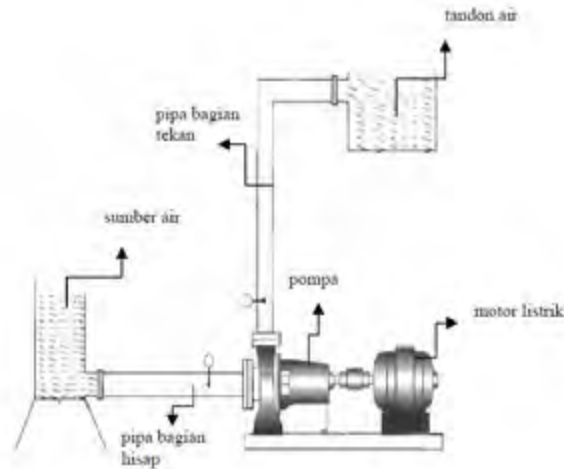
memperlihatkan berapa besarnya debit air akan dikeluarkan pada head tertentu. Debit bertambah dengan menurunnya head. Efisiensi yang dihasilkan naik dari nol pada debit nol sampai suatu titik maksimum dan selanjutnya menurun kembali. BHP pada pompa sentrifugal biasanya naik sampai pada suatu selang sebagaimana debit bertambah, mencapai suatu titik maksimum. Kurva ini berubah dengan kecepatan pompa. Maka kecepatan harus dipertimbangkan dalam pemilihan pompa untuk mendapatkan efisiensi maksimum. Masing-masing kurva juga berubah terhadap tipe pompa.

Gambar 58. Tipikal Kurva Karakteristik Pompa Sentrifugal

Cara membaca kurva, misalnya pada Gambar 9.17 diinginkan untuk mendapatkan head, HP dan efisiensi pada kapasitas. Dengan membaca kurva perpotongan antara head, BHP akan diperoleh efisiensi.

Pemasangan Pompa Irigasi

Perencanaan Instalasi Pompa

Ruang pompa harus direncanakan dengan memperhatikan jalan masuk mesin, tempat dan ruangan untuk membongkar dan memasang pompa, jalan untuk pemeliharaan dan pemeriksaaan, papan tombol, pipa-pipa, penopang pipa, saluran pembuang air, drainase ruangan, ventilasi, penerangan, keran

pengangkat dan lain-lain.Jika beberapa pompa akan dipasang di dalam ruangan yang sama perlu diperhatikan jarak antar pompa, sekitar 1-1,5 meter.

Gambar 59. Pemasangan Pompa

Sistem Pemipaan pada Pompa Sentrifugal

Bagus tidaknya kerja pompa sentrifugal bergantung pada pemilihan dan tata-letak yang benar sistem pemipaannya. Pada umumnya pompa mempunyai pipa hisap dan bipa hantar/buang.

Pipa hisap.

Pipa hisap dari suatu pompa sentrifugal mempunyai peranan penting dalam keberhasilan kerja dari pompa tersebut. Rancangan yang buruk dari suatu pipa hisap akan menyebabkan Net Positive Suction Head (NPSH) yang tidak mencukupi, sehingga timbul getaran dan suara berisik akibat pukulan air (*water hammer*), keausan dan sebagainya. Mengingat tekanan pada bagian masuk pompa adalah hisapan (nilainya negatif) dan katupnya harus dibatasi untuk menghindari kavitasi, maka harus diusahakan agar kerugian pada pipa

hisap sekecil mungkin. Untuk maksud ini diusahakan agar diameter pipa hisap cukup besar dan dihindarkan adanya belokan.

Pipa Hantar

Sebuah katup searah (*check valve*) harus dipasang pada pipa hantar dalam posisi dekat dengan pompa dengan maksud untuk menghindari water hammer dan mengatur pengeluaran pompa. Ukuran dan panjang pipa hantar tergantung dari kebutuhan.

Hal-hal yang harus diperhatikan:

- Hindari terjadinya penyimpangan aliran atau pusaran pada nosel isap
- Pipa harus sependek mungkin dan jumlah belokan harus sesedikit mungkin agar kehilangan energi sekecil mungkin
- Hindari terjandinya kantong udara di dalam pipa dengan membuat bagian pipa yang mendatar agak menanjak ke arah pompa dengan kemiringan 1/100-1/50 .
- Hindari kebocoran dalam sambungan pipa
- Bila saringan atau katup isap akan dipasang maka perlu disediakan cara untuk membersihkan kotoran yang menyumbat. Hal ini dapat dilakukan misalnya dengan membuat pipa isap yang mudah dilepas dan tidak ditanam dalam beton
- Kedalaman ujung pipa: Ujung pipa isap harus dibenamkan dibawah muka air dengan kedalaman tertentu untuk mencegah terisapnya udara dari permukaan (minimal 60 cm),

Pipa Keluar

Diameter pipa keluar dihitung berdasarkan perhitungan ekonomi pengoperasian pompa. Pada umumnya kecepatan aliran pipa diambil 1 sampai 2 m/detik untuk pipa berdiameter kecil, dan 1,5 sampai 3,0 m/det untuk pipa

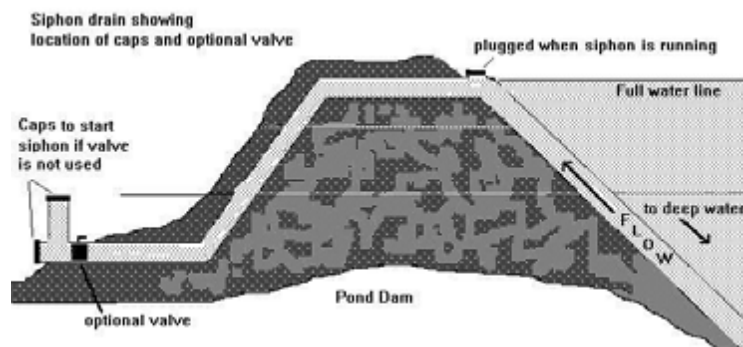
berdiameter besar. Kecepatan tidak boleh lebih dari 6 m/det karena akan terjadi penggerusan, sehingga mempercepat keausan pipa.

Biasanya ukuran pompa dinyatakan dengan kapasitas atau debit, dan ukuran pipa keluar. Secara umum sebagai pegangan ukuran diameter pipa keluar dan debit pompa seperti pada Tabel 9.1 di bawah ini.

Tabel 16. Pegangan umum kapasitas pompa berdasarkan diameter pipa keluar

Diameter pipa (mm)	50	75	100	125	150
(inchi)	2	3	4	5	6
Debit (m^3/jam)	30 ~ 60	60 ~ 100	100 ~ 140	140 ~ 180	180 ~ 220
(liter/detik)	8 ~ 17	17 ~ 28	28 ~ 39	39 ~ 50	50 ~ 62

Ujung pipa keluar

Untuk pompa dengan head rendah, ujung pipa keluar umumnya dibuat terbuka dengan arah mendatar, di bawah permukaan air pada bak penampung. Jika pompa akan dipasang di atas muka air bak penampung, maka harus dibuat sifon dengan membengkokan pipa keluar ke bawah.

Gambar 60. Sifon

Penumpu pipa

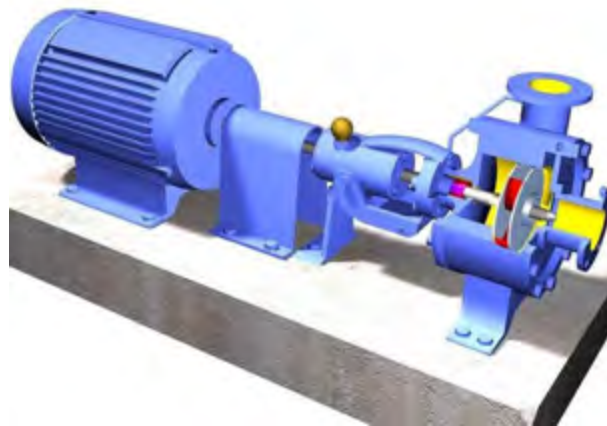
Dalam instalasi, pipa harus ditumpu untuk menahan beratnya sendiri, berat zat cair di dalamnya, gaya tekanan dan aliran air, dan gaya lainnya. Tumpuan ini

harus dipasang sedemikian rupa hingga pipa tidak membebani pompa dan katup-katup yang ada.

Pondasi

Pondasi harus dapat sepenuhnya menyerap getaran pompa dan penggeraknya, selain harus dapat menahan beratnya sendiri. Untuk pompa yang dikopel langsung dengan motor listrik, berat pondasi harus lebih dari 3 kali berat mesin. Untuk pompa yang dikopel langsung dengan motor bakar torak, berat pondasi harus lebih dari 5 kali berat mesin.

Jika pompa dikopel langsung dengan penggerak atau digerakkan melalui roda gigi, maka semuanya harus dipasang pada satu landasan. Apabila digunakan transmisi sabuk (belt), pompa dan motor penggerak dapt dipasang dengan landasan terpisah. Namun harus dijaga agar sabuk tidak slip atau landasan tidak miring atau bergeser karena tegangan sabuk.

Agar landasan dapat duduk mendatar dengan baik pada pondasi, perlu disediakan celah sebesar 10 sampai 30 mm atara bidang atas pondasi dengan bidang dasar landasan. Hal ini dimaksudkan untuk dapat menyeletel kedataran landasan. Setelah landasan distel datar pada pondasi, kemudian celah tersebut diisi dengan adukan.

Gambar 61. Landasan dan Pondasi

Lain-lain

Pada waktu membuat pondasi harus disediakan lubang-lubang persegi yang cukup besar untuk baut jangkar agar pelurusan dapat dilakukan dengan mudah waktu pemasangan. Pompa baru boleh dipasang pada pondasi setelah beton mengeras sepenuhnya.

Pengoperasian Pompa irigasi

Gejala Water Hamer

Gejala water hammer atau kavitasi adalah kondisi dimana terjadinya gelembung udara di dalam pompa akibat kurangnya NPSHa (terjadi vaporisasi) dan pecah pada saat bersentuhan dengan sudu-sudu atau casing.

Ciri – ciri kavitasi :

- Suara berisik
- Adanya getaran pada pompa
- Bunyi dengung keras pada pipa
- Tekanan buang yang fluktuasi

Penyebab Kavitasi

Luasan aliran pada mata sudu-sudu pompa biasanya lebih kecil dari dari pada luasan aliran pipa hisap pompa atau luas aliran yang melalui baling baling sudu-sudu. Ketika cairan dipompakan memasuki mata pompa sentrifugal, pengurangan luas area aliran terjadi seiring penambahan kecepatan aliran seiring dengan pengurangan tekanan.

- Jumlah aliran pompa yang lebih besar, penurunan tekanan yang lebih besar antara lubang hisap pompa dengan mata sudu-sudu. Jika tekanan yang turun cukup besar, atau temperatur cukup tinggi, tekanan yang turun mungkin cukup untuk menyebabkan kavitasi.

- Banyak gelembung udara terbentuk akibat tekanan yang jatuh di ujung sudu-sudu di sapu oleh baling baling sudu-sudu melalui aliran fluidanya. Ketika gelembung udara memasuki daerah dimana tekanan local lebih besar dari tekanan uap yang menjauhi baling baling sudu-sudu, tiba tiba meletup. Proses pembentukan gelembung udara dan berikutnya meletup di dalam pompa disebut kavitasi.
- Gesekan antara permukaan fluida yang akan dipompakan dengan pompa inlet yang besar akan meneyebabkan pengurangan NPSHA.
- Menurunnya tekanan absolut atau karena ketinggian, dimana tekanan absolut yang tinggi sangat dibutuhkan untuk menaikkkan NPSHA. Penurunan tekanan absolut di dalam tangki disebabkan karena tekanan hidrostastis fluida yang semakin kecil karena level cairan akan semakin rendah karena cairan di dalam tangki semakin lama semakin berkurang jumlahnya.
- Naiknya temperatur cairan pada pompa akan meneyebabkan peningkatan temperature disebabkan karena adanya gesekan fluida, sehingga dengan naiknya temperatur tekanan uap fluida juga akan meningkat. Jika tekanan uap semakin besar maka kemungkinan terjadinya kavitasi akan semakin besar.

Akibat kavitasi

1. Kavitasi menurunkan performa pompa, menyebabkan fluktuasi jumlah aliran dan tekanan buang.
2. Menyebabkan kerusakan komponen pompa bagian dalam. Ketika pompa mengalami kavitasi, gelembung udara terbentuk didaerah tekanan rendah tepat sebelum putaran baling baling sudu-sudu. Gelembung uap kemudian bergerak pada baling baling sudu-sudu, dimana mereka meletup dan menyebabkan kejutan secara fisik, pada sudut depan baling baling sudu-sudu.

3. Kejutan secara fisik membuat bintik bintik kecil pada bagian ujung baling baling sudu-sudu. Setiap bintik bintik kecil mempunyai ukuran mikron, tetapi akibat akumalasi dari jutaan bintik bintik ini dari waktu kewaktu benar benar merusak impeler pompa.
4. Menyebabkan kelebihan getaran pada pompa, yang mana bisa menyebabkan kerusakan bearing pompa, ring penahan aus dan seal – seal.

Cara mengatasi kavitasi

1. Tekanan fluida pada semua titik dalam pompa harus dipertahankan diatas tekanan uap. Jumlah yang digunakan untuk menentukan supaya tekanan zat cair yang dipompa mampu mengindari kavitasi adalah tinggi tekan hisap dikenal dengan NPSH (Net Positive Suction Head).
2. NPSH yang tersedia harus lebih besar atau sama dengan NPSH yang dibutuhkan, NPSHa ≥ NPSHr.

NPSH yang tersedia (NPSHa)

Tekanan yang dibutuhkan pada suction pompa yang lebih tinggi daripada tekanan uap cairan yang dipompa.

Cara meningkatkan $NPSH_A$:

1. Menambah tekanan pada hisapan pompa dengan cara meninggikan level zat cair di dalam tanki atau menambah tekanan pada daerah di atas zat cair untuk menambah tekanan hisap.
2. Mengurangi temperatur zat cair yang dipompakan. Pengurangan temperatur zat cair yang dipompakan sehingga mengurangi tekanan uap yang akibatnya menaikan NPSHA.
3. Mengurangi kehilangan head pada pipa hisap pompa dengan cara menambah diameter pipa, mengurangi jumlah elbow, katup dan fiting pada pipa, mengurangi panjang pipa.

Mengurangi NPSHR pompa

Cara mengurangi NPSHR :

1. Pengurangan jumlah aliran yang melalui pompa dengan pengecilan katup buang akan mengurangi NPSHR.
2. NPSHR tergantung pada kecepatan pompa yaitu semakin cepat sudu-sudu pompa berputar maka semakin besar NPSHR. Oleh karena itu kecepatan pompa harus dikurangi, sehingga NPSHR pompa akan berkurang.

Operasi Sistem Irigasi Pompa

Berlainan dengan cara yang biasa digunakan dalam jaringan irigasi air permukaan, pada sistem irigasi pompa air tanah, petani dapat menentukan sendiri berapa banyak air yang ia perlukan dilahan mereka. Meskipun jumlah air yang diberikan dapat sesuai dengan permintaan petani yang bersangkutan, tetapi juga harus dipertimbangkan aspek keadilan dan pemerataan pada petani-petani yang lain.

Disamping itu juga dituntut kesadaran petani agar dapat menggunakan air sehemat mungkin, maka air harus dibagi secara efektif dan efisien. Yang perlu mendapat perhatian dalam pembinaan adalah cara dan teknik pembagian air termasuk pemberian air di lahan. Hal ini tentunya menuntut kemampuan operasi yang lebih tinggi dibandingkan irigasi permukaan agar dapat memenuhi kriteria tepat tempat, jumlah dan waktu agar kepuasan dikalangan petani dapat terpenuhi.

Agar sistem irigasi pompa air dapat dipertahankan keberlanjutannya, maka perlu diperhatikan hal-hal berikut:

1) Mengoperasikan peralatan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh pabrik pembuat peralatan (pompa dan mesin)
2) Menyediakan air irigasi sesuai dengan permintaan petani melalui ulu-ulu/P3A sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan, dan hanya pada waktu tanaman benar-benar membutuhkan.

3) Mengurusi bahan bakar dan suku cadang. Operator harus memesan barang-barang yang dibutuhkan sebelum waktu digunakan, sehingga tidak terjadi keterlambatan penyediaan bahan.
4) Melakukan pekerjaan administrasi yang berhubungan dengan stasiun pompa, misalnya mencatat jam operasi, kegiatan operasi pemeliharaan, mencatat debit, mencatat penggunaan air, pemakaian/konsumsi bahan bakar, dll.

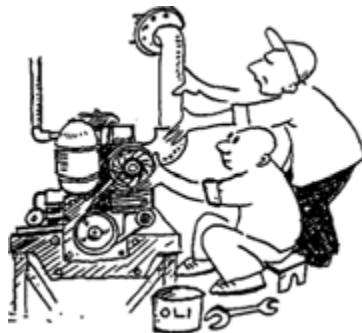
Pemeliharaan Pompa Irigasi

Pemeliharaan Mesin/Pompa

Pemeliharaan yang baik sesuai dengan petunjuk teknis yang ditentukan akan memperpanjang umur pakai suatu peralatan. Pada umumnya perawatan rutin yang dilaksanakan teratur akan mengurangi resiko kerusakan, sehingga menghemat biaya perawatan dalam jangka panjang.

Secara umum ada tiga jenis pemeliharaan yaitu :

Pemeliharaan rutin

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilakukan setiap hari untuk menjaga agar kondisi poma dalam keadaan baik dan dapat beroperasi dalam kondisi yang optimal. Termasuk dalam pemeliharaan rutin adalah perbaikan-perbaikan kecil yang harus dilakukan oleh operator, antara lain mengecek oli, sistem pelumasan, pengencangan baut dan mur, pengecekan sistem pendingin, pengecekan belt dan lain sebagainya.

Gambar 62. Pemeliharaan rutin irigasi pompa

Pemeliharaan Berkala

Merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala yang harus dilakukan oleh operator. Pemeliharaan ini biasanya ditentukan berdasarkan jam operasi peralatan. Kegiatan ini juga meliputi perbaikan-perbaikan besar yang dilakukan pada waktu pompa tidak digunakan, karena tanaman sedang tidak membutuhkan air.

Pemeliharaan darurat

Pemeliharaan darurat ini dilakukan karena terjadi kerusakan mesin/pompa secara mendadak, misalnya piston mesin pecah, impeler pompa patah, dan lain-lain. Kejadian ini biasanya terjadi karena perawatan rutin dan berkala tidak dilaksanakan sesuai prosedur yang seharusnya, sehingga akan berakibat fatal. Kejadian ini akan biasanya memerlukan waktu perbaikan yang relatjf lama dengan membutuhkan biaya yang mahal. Karena kejadian ini tidak direncanakan, maka tentu akan berakibat pada.

Efisiensi Pompa

Pompa tidak dapat mengubah seluruh energi kinetik menjadi energi tekanan karena ada sebagian energi kinetik yang hilang dalam bentuk losis. Efisiensi pompa adalah suatu faktor yang dipergunakan untuk menghitung losis ini. Efisiensi pompa terdiri dari :

- Efisiensi hidrolis, memperhitungkan losis akibat gesekan antara cairan dengan sudu-sudu dan losis akibat perubahan arah yang tiba-tiba pada impeler.
- Efisiensi volumetris, memperhitungkan losis akibat resirkulasi pada ring, bush, dan lain-lain.

- Efisiensi mekanis, memperhitungkan losis akibat gesekan pada seal, packing gland, bantalan, dan lain-lain.

Setiap pompa dirancang pada kapasitas dan head tertentu, meskipun dapat juga dioperasikan pada kapasitas dan head yang lain. Efisiensi pompa akan mencapai maksimum pada *designed point* tersebut, yang dinamakan dengan titik BEP.Untuk kapasitas yang lebih kecil atau lebih besar efisiensinya akan lebih rendah.

Efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya hidrolis pompa dengan daya poros pompa. Rumus efisiensi pompa (η) adalah

$$\eta = \frac{P_H}{P_S}$$

Daya Hidrolis

Daya hidrolis adalah daya yang diperlukan oleh pompa untuk mengangkat sejumlah zat cair pada ketinggian tertentu. Daya hidrolis dapat dicari dengan persamaan berikut;

$$P_H = \frac{\rho * g * Q}{1000}$$

Dimana

P_H = daya hidrolis

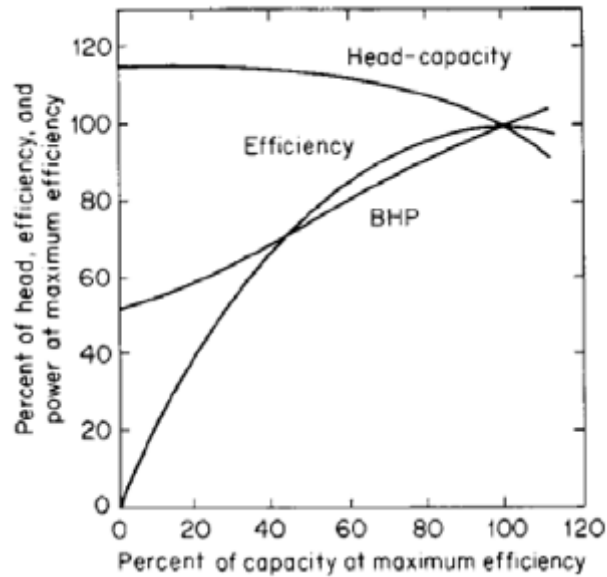
ρ = massa jenis (kg/m^3)

g = gaya gravitasi

H = head (m)

Q = kapasitas (m^3/s)

Untuk setiap pompa, biasanya pabrik pembuatnya memberikan kurva karakteristik yang menunjukkan unjuk kerja pompa pada berbagai kondisi pemakaian. Karakteristik sebuah pompa digambarkan dalam kurva

karakteristik menyatakan besarnya head total, daya pompa dan efisiensi pompa terhadap kapasitas. Berikut ini adalah contoh kurva karakteristik suatu pompa :

Gambar 63. Karakteristik Pompa

3. Tugas

Pengoperasian Pompa Irigasi

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 9 tentang Pengoperasian Pompa Irigasi. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Pengoperasian Pompa Irigasi. Amati Pompa Irigasi yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Pengoperasian Pompa Irigasi yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Sistem Irigasi Permukaan, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik 1

Pengenalan Jenis Pompa

Pendahuluan

Pompa irigasi merupakan salah satu fasilitas penting yang harus dimiliki oleh petani, karena dengan menggunakan pompa irigasi, petani dapat melakukan kegiatan penyiraman dengan cepat, tepat dan hemat. Sebelum pompa irigasi dioperasikan, maka perlu untuk menganalisis jenis-jenis pompa irigasi.

Tujuan Praktik

Setelah menyelesaikan kegiatan praktik pengenalan data spesifik pompa, peserta didik dapat membedakan berbagai jenis pompa.

Alat dan Bahan

- Berbagai jenis pompa dengan berbagai jenis merek
- Meja Kerja
- Lembar pengamatan

Keselamatan Kerja

1. Perhatikan factor keselamatan kerja
2. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya

Petunjuk Praktikum

Kegiatan praktik pengenalan data spesifik pompa dapat dilakukan secara individu atau berkelompok. Sebelum Anda melaksanakan kegiatan praktik ini ada beberapa hal yang harus Anda lakukan yaitu :

1. Baca materi tentang pompa, khususnya pengenalan dan identifikasi pompa.
2. Persiapkan diri Anda dan kelompok, dan lakukan pembagian tugas jika perlu.
3. Jangan menghidupkan pompa pada waktu mengamati pompa.
4. Lakukan kegiatan praktik dengan tertib dan aman.

Langkah Kerja

a. Amati jenis pompa irigasi yang disediakan.
b. Tuliskan data spesifikasi pompa tersebut yang meliputi,
   - Jenis pompa.
   - Kapasitas pompa.
   - Jenis motor penggeraknya.
   - Pipa in dan out put.
   - Prinsip kerja.
   - Cara perawatannya.
c. Buat laporan hasil praktik Anda.
d. Presentasikan hasil praktik Anda di depan kelas.

Lembar Kerja Praktik 2

Pengoperasian Pompa Irigasi

Pendahuluan

Pompa irigasi merupakan salah satu fasilitas penting yang harus dimiliki oleh petani, karena dengan menggunakan pompa irigasi, petani dapat melakukan kegiatan penyiraman dengan cepat, tepat dan hemat. Sebelum pompa irigasi

digunakan di lapangan, maka perlu untuk mengetes pompa irigasi apakah bisa bekerja atau tidak.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu mengoperasikan pompa irigasi, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Pompa irigasi
- Lem pipa
- Pipa paralon
- Asesories pompa
- Lem pipa
- Selotif
- Bak tampungan air/Tangki/Tandon ukuran 250 liter
- Gergaji besi
- Kabel listrik
- Timer atau pengukur waktu
- Ember
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

1. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
2. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
3. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Petunjuk Praktik

Kegiatan praktik pengoperasian pompa dapat dilakukan secara individu atau berkelompok. Sebelum Anda melaksanakan kegiatan praktik ini ada beberapa hal yang harus Anda lakukan yaitu :

1. Baca materi tentang pompa, khususnya pengenalan dan identifikasi pompa.
2. Persiapkan diri Anda dan kelompok, dan lakukan pembagian tugas jika perlu.
3. Jangan menghidupkan pompa sebelum dipastikan kondisinya aman.
4. Lakukan kegiatan praktik dengan tertib dan aman.

Cara Kerja

1. Siapkan pompa yang akan digunakan dan letakkan di tempat yang datar.
2. Siapkan tangki yang diisi air dengan volume yang sudah diketahui volumenya
3. Pasang pipa inlet dan lengkapi dengan katup kaki (foot valve) dan pastikan tidak terjadi kebocoran.
4. Pasang pipa out let (pengeluaran) sesuai dengan kebutuhkan dan pastikan semua terpasang dengan baik.
5. Lakukan pengecekan sistem pompa sehingga pompa siap untuk digunakan.
6. Isi pompa dengan air sehingga kondisi pompa pada sistem dalam keadaan vakum dan pastikan tidak ada kebocoran.
7. Hidupkan pompa, dan tunggu sampai air keluar dari pipa out let.
8. Diamkan sejenak sehingga aliran air pada pipa pengeluaran pompa stabil.
9. Pasang sebuah rum atau tong yang telah diketahui volumenya pada bagian outlet pipa.
10. Hitung debit pompa yang dihasilkan (liter/detik).
11. Tentukan efisiensi pompa.
12. Buat laporan hasil kegiatan praktik Anda tentang kinerja pompa tersebut.
13. Presentasikan di depan kelas.

Lembar Kerja Praktik 3

Perhitungan Kebutuhan Pompa Irigasi

Pendahuluan

Mengetahui kapasitas pompa saja dari perhitungan debit, belumlah cukup. Peserta didik harus mampu juga menghitung berapa banyak pompa irigasi yang harus dipasang untuk mengairi areal pertanian dengan kondisi tanaman tertentu.

Tujuan Praktik

Setelah menyelesaikan kegiatan praktik ini, diharapkan Anda dapat menentukan jumlah pompa yang harus dipasang untuk mengairi tanaman, bila diberikan data luas tanaman yang akan diairi.

Petunjuk Praktik

Kegiatan praktik menentukan besarnya kebutuhan pompa irigasi dapat dilakukan secara individu atau berkelompok. Sebelum Anda melaksanakan kegiatan praktik ini ada beberapa hal yang harus Anda lakukan yaitu :

1. Baca materi tentang pompa, khususnya pengenalan dan identifikasi pompa.
2. Persiapkan diri Anda dan kelompok, dan lakukan pembagian tugas jika perlu.
3. Jangan menghidupkan pompa sebelum dipastikan kondisinya aman.
4. Lakukan kegiatan praktik dengan tertib dan aman.

Keselamatan Kerja

1. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
2. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
3. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Alat dan Bahan

- Kalkulator.
- Rumus kebutuhan kapasitas pompa
- Data luas tanaman
- Waktu priode tanam
- Kedalaman pemberian air

Cara Kerja

1. Cermati data luas area beserta jenis tanaman yang akan diairi.
2. Hitunglah besarnya kebutuhan kapasitas pompa jika diberikan data sebagai berikut :

   Seorang petani mempunyai lahan seluas 5 hektar yang akan ditanami berbagai jenis tanaman sebagai berikut:

Jenis Tanaman	Luas areal (hektar)	Jumlah air irigasi (cm)	Perioda Rotasi (hari)	Jam Kerja Pemompaan (jam/hari)
1. Padi	2	10	10	10
2. Jagung	2	7,5	15	10
3. Sayuran	1	7,5	10	10

3. Buat laporan hasil kerja praktik Anda.
4. Presentasikan di depan kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri

b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!

c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan pompa, jelaskan!
b. Apa yang dimaksud dengan tekanan pada pompa irigasi?
c. Apa yang dimaksud dengan debit pompa ?
d. Apa yang dimaksud dengan total head tekan ?
e. Apa yang dimaksud dengan head gesekan ?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Pompa adalah suatu jenis mesin yang berfungsi untuk memindahkan zat alir (*fluida*) termasuk air melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara memberikan energi mekanik pada pompa yang kemudian diubah menjadi energi gerak.
b. Tekanan pompa adalah gaya yang dikeluarkan oleh pompa pada luasan bidang tertentu. Tekanan umumnya dinyatakan dalam kilo Newton per meter persegi (kN/m^2).
c. Debit adalah volume air mengalir dalam pipa atau saluran per satuan waktu yang dinyatakan dengan m^3/detik.
d. Total head tekan adalah jumlah tinggi tekan statik dengan semua kehilangan energi pada pipa tekan berupa pipa dan smabungan ditambah velocity head dan pressure head.
e. Head gesekan adalah energy yang hilang akibat terjadinya gesekan pada pipa dalam system pompa terpasang yang biasanya dinyatakan dengan satuan meter.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 9 tentang Pengoperasian Pompa Irigasi, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : …………………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipaham i
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ……………………………………………………..

Kelas : ……………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : …………………………………………………….

Materi Pokok : ……………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Bagaimana prinsip kerja dengan pompa kerja positif ?	Pada pompa kerja positif adalah jenis pompa yang prinsip kerjanya akibat kenaikan tekanan cairan di dalam pompa akan menyebabkan volume ruangan akan membesar atau mengecil sesuai dengan gerakan tersebut.	25
2.	Bagaimana prinsip kerja pompa sentrifugal ?	Fluida terhisap melalui sisi isap, karena tekanan pada pompa lebih kecil dari pada tekanan atmosfer, kemudian masuk dan ditampung di dalam rumah keong. Karena adanya putaran sudu-sudu, maka fluida keluar melalui	25

		sisi buang dengan arah radial.	
3.	Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pemilihan pompa irigasi ?	Faktor yang menentukan dalam pemilihan pompa irigasi adalah (1) keperluan air irigasi untuk tanaman, (2) debit sumber air (sungai, kolam, sumur), (3) ketersediaan dan biaya dari jenis pompa dan energi.	25
4.	Apa yang dimaksud dengan water horse power (WHP)?	Water horse power (WHP) adalah tenaga kuda teoritis yang diperlukan untuk memompa air dengan debit dan tinggi head tertentu. Head dan debit yang dinyatakan dalam daya kuda (horse power)	25
		Skor Total	100

Kegiatan Pembelajaran 10. Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 10 tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler berisikan 6 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengantar sistem irigasi sprinkler, (2) Kelebihan dan Kekurangan Sistem irigasi sprinkler, (3) Komponen-komponen Sistem Irigasi Sprinkler, (4) Perancangan dan Pembbuatan Sistem Irigasi Sprinkler, (5) Pengoperasian Sistem Irigasi sprinkler, (6) Perawatan Sistem Irigasi sprinkler.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 10 tentang Perancangan dan pembuatan sistem irigasi sprinkler, diharapkan Anda dapat :

- Menganalisis Pengertian Sistem Irigasi Sprinkler
- Menganalisis Kelebihan dan Kekurangan Sistem irigasi sprinkler
- Menganalisis Komponen-komponen Sistem Irigasi Sprinkler
- Menganalisis Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler
- Menganalisis Pengoperasian Sistem Irigasi sprinkler
- Menganalisis Perawatan Sistem Irigasi sprinkler

2. Uraian Materi

Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler

Pengertian Sistem Irigasi Sprinkler

Perhatikan gambar 10.1 berikut ini. Gambar ini menunjukkan ini menunjukkan suatu daerah perkebunan jagung yang sistem irigasinya menggunakan sprinkler. Jika dilihat dari penampilan pertumbuhannya, terlihat sangat baik dan merata. Saat ini banyak perkebunan komersial di Indonesia sudah menggunakan sistem irigasi sprinkler.

Gambar 64. Perkebunan Jagung dengan Sistem Irigasi Sprinkler

Di Indonesia, pemanfaatan air untuk pembangunan pertanian menempati urutan pertama, mencapai 75%. Air untuk pertanian sebagian besar berasal dari air irigasi dan digunakan untuk mengairi lahan sawah. Pengairan pada lahan kering masih sangat terbatas, padahal upaya ini penting untuk meningkatkan produktivitas lahan. Teknologi hemat air berupa irigasi sprinkler maupun irigasi tetes dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan produktivitas lahan kering. Kedua teknologi ini hanya mengaplikasikan air di sekitar perakaran tanaman.

Berdasarkan pada jenis pengeluaran air (outlet) yang digunakan, maka sistem irigasi hemat air bertekanan dibedakan menjadi (1) irigasi sprinkler yaitu dengan mencurahkan air di sekitar perakaran dengan diameter pembasahan 1-

10 m dan, (2) irigasi tetes yaitu dengan cara meneteskan air melalui pipa berlubang dengan diameter kecil atau sangat kecil.

Berbagai penelitian dan pengujian tentang irigasi sprinkler telah banyak dilakukan. Pengujian irigasi sprinkler pada berbagai tanaman, hasilnya menunjukkan keseragaman tetesan untuk tanaman cabai mencapai 89% dan untuk jagung 88%. Dengan hasil tersebut maka penggunaan irigasi sprinkler untuk tanaman cabai dan jagung tergolong baik. Hasil produksi rata-rata cabai mencapai 4,4 ton/ha. Hasil ini lebih rendah dibanding potensi hasilnya yaitu 6.21 ton/ha. Potensi hasil tersebut dapat dicapai dengan menerapkan jarak tanam yang tepat, pH tanah 6, serta memberikan air tepat waktu dan sesuai kebutuhan tanaman. Hasil jagung masih dapat ditingkatkan dengan memperbaiki kesera-gaman curahan sprinkler. Produksi tanaman kacang tanah berkisar antara 1,68 - 3,13 ton/ ha atau rata-rata 2,46 ton/ha. Variasi hasil tersebut disebabkan oleh tingkat curahan yang belum seragam.

Beberapa permasalahan yang dijumpai tentang sistem irigasi sprinkler di lapangan adalah sering tersumbatnya kepala sprinkler oleh kotoran. Untuk menghindarinya, air yang digunakan harus yang benar-benar bersih serta menggunakan penyaring (*filter*). Irigasi sprinkler dapat digunakan untuk mengairi berbagai jenis tanaman, dengan syarat tanaman tidak terlalu tinggi, karena tinggi sprinkler hanya sekitar 1.5 m dari permukaan tanah dengan radius penyiraman 10 m. Umumnya sistem irigasi sprinkler sesuai untuk tanaman sayuran dan palawija. Hasil pengujian di Lampung dengan penggunaan irigasi sprinkler pada tanaman jahe tergolong baik dengan tingkat keseragaman distribusi curahan 80%, dan efisiensi penggunaan air 92% dengan hasil rata-rata produksi jahe yang diairi dengan irigasi sprinkler mampu berproduksi 10 ton/ha dan termasuk cukup tinggi.

Kelebihan dan Kekurangan Sistem Irigasi Sprinkler

Sistem irigasi sprinkler biasa disebut juga sebagai *overhead irrigation*, karena cara pemberian air dilakukan dari bagian atas tanaman menyerupai sprinkler hujan. Penyemprotan dibuat dengan mengalirkan air bertekanan melalui lubang kecil atau nozzle. Tekanan biasanya diperoleh dengan pemompaan.

Gambar 65. Irigasi Sprinkler Modern dengan Sprinkler Model Gantung

Gambar 66. Sprinkler Model Gantung Type Bergerak

Untuk mendapatkan penyebaran air yang seragam perlu dipertimbangkan pemi-lihan ukuran nozzle, tekanan operasional, jarak sprinkler dan laju infiltrasi tanah yang sesuai.

Irigasi sprinkler dapat digunakan untuk hampir semua tanaman kecuali padi dan serat, karena kedua jenis tanaman ini membutuhkan air yang banyak dan kebutuhan airnya tidak akan terpenuhi jika menggunakan sprinkler. Demikian juga penggunaan irigasi sprinkler dapat digunakan pada hampir semua jenis tanah. Akan tetapi tidak cocok untuk tanah bertekstur liat halus, dimana laju infiltrasi kurang dari 4 mm per jam dan atau daerah yang memiliki kecepatan angin lebih besar dari 13 km/jam.

Beberapa kelebihan sistem irigasi sprinkler bila dibanding dengan irigasi konven-sional atau irigasi gravitasi antara lain:

- Sesuai untuk daerah dengan keadaan topografi yang kurang teratur dan solum tanah yang relatif dangkal.
- Tidak memerlukan jaringan saluran terbuka sehingga secara langsung tidak akan mengurangi luas lahan produktif, serta terhindar dari masalah gulma air.
- Cocok untuk lahan pertanian dengan jenis tanah bertekstur pasir tanpa me-nimbulkan masalah kehilangan air yang berlebihan melalui proses perkolasi.
- Sesuai untuk daerah dengan persediaan sumber air yang terbatas, karena kebutuhan air pada irigasi sprinkler relatif sedikit.
- Sesuai untuk lahan berlereng tanpa menimbulkan masalah erosi yang dapat mengurangi tingkat kesuburan tanah.
- Dapat dipergunakan untuk keperluan lain selain memenuhi kebutuhan air tanaman, antara lain untuk pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit tanaman.
- Dapat menghemat pemakaian air, karena pemberian air langsung di daerah perakaran tanaman, dan umumnya efisiensi penggunaan air lebih tinggi dibandingkan dengan irigasi konvensional, yaitu dengan tingkat efisiensi > 85%.
- Hasil produksi tanaman lebih tinggi.
- Tidak mengganggu operasi alat dan mesin pertanian.

Selain memiliki beberapa keuntungan, sistem irigasi sprinkler masih memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

- Memerlukan biaya investasi dan biaya operasional yang cukup tinggi, antara lain untuk operasi pompa air dan tenaga pelaksana yang terampil.
- Memerlukan rancangan dan tata letak yang cukup teliti untuk memperoleh tingkat efisiensi yang tinggi.
- Efisiensi pemberian air sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin.
- Beberapa jenis tanaman, terutama yang sensitif akan mengalami kerusakan pada daun karena terjadi penumpukkan kadar garam pada daun bila pem-berian pupuk dibarengi dengan irigasi, terutama setelah airnya menguap.
- Beberapa jenis tanaman yang sangat sensitif akan terkena serangan penyakit akibat jamur yang terjadi pada daun, dan buah. Selain itu tanaman yang tinggi akan menghalangi pengoperasian sistem irigasi sprinkler, jika sistem yang dipakai adalah sistem irigasi yang bergerak (*handmove atau sideroll portable sistems*).
- Jatuhnya butir-butir air pada tanah yang kosong atau bera (*bare soil*) akan menyebabkan butir-butir tanah hancur dan akibatnya terjadi penyumbatan pori tanah (*surface sealing*) atau pengerasan (*crusting*) yang akan terjadi lebih parah jika dalam air banyak mengandung ion Na^+.
- Dibutuhkan tingkat pemeliharaan tinggi, teliti dan terus menerus sehingga menyebabkan pembiayaan tinggi.
- Membutuhkan tekanan yang tinggi untuk mengoperasikan jaringan.
- Tingkat kesalahan dalam pengoperasian tinggi, karena dengan menggunakan teknologi kompleks, terutama jika dioperasikan dengan sistem otomatis, se-hingga dibutuhkan keahlian khusus. Selain itu juga dibutuhkan ketersediaan suku cadang yang cukup tersedia, agar tidak menghambat, jika terjadi kerusakan pada saat digunakan.
- Bila terjadi gangguan pada sistem jaringan akan menyebabkan perubahan efisiensi kerja jaringan secara totalitas.

Jenis-jenis Sistem Irigasi sprinkler

Sistem irigasi sprinkler secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yaitu (1) set sistem dan (2) kontinu sistem.

1. Set sistem yaitu sistem irigasi sprinkler dimana sprinkler memiliki posisi yang tetap. Termasuk set sistem antara lain *hand move*, *wheel line lateral*, *perforated pipe*. Sprinkler jenis ini ada yang dipindahkan secara periodik dan ada yang disebut *fixed sistem* atau tetap tidak dipindahkan, terutama pipa utama, pipa lateral, dan nozel.
2. Sistem irigasi sprinkler kontinu yaitu sistem irigasi dimana sprinkler dapat dipindahkan. Termasuk sistem ini adalah sistem sprinkler ditengah (*center pivot)*, sistem pipa lateral bergerak linier (*linear moving lateral)* dan sprinkler bergerak (*traveling sprinkler)*.

Penggolongan sesuai dengan kapasitas dan luas lahan yang diairi serta kondisi topografinya, tata letak, sistem irigasi sprinkler dapat kelompokkan menjadi tiga, yaitu :

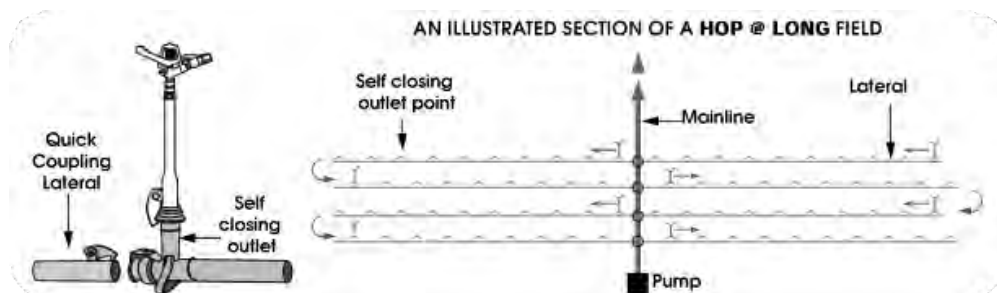
1. *Farm sistem* yaitu sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk suatu luas lahan dan merupakan satu-satunya fasilitas pemberian air irigasi.
2. *Field sistem* yaitu sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk dipasang di beberapa lahan pertanian dan biasanya dipergunakan untuk pemberian air pendahuluan pada lokasi persemaian.
3. *Incomplete farm* sistem yaitu sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk dapat diubah dari farm sistem menjadi field sistem atau sebaliknya.

Umumnya pada sistem sprinkler terdapat 3 tipe utama yakni (a) sistem berpindah (*portable sistem*), (b) sistem tetap (*solid atau permanen*), dan (c) sistem semi permanen.

Sistem Sprinkler Konvensional

Pada mulanya sistem sprinkler yang paling awal dirancang adalah sprinkler putar kecil yang beroperasi simultan. Sistem ini mulai populer tahun 1930-an dan masih digunakan sampai sekarang. Sprinkler jenis ini bekerja dengan tekanan rendah sampai sedang (2 sampai 4 bar) dan mampu mengairi suatu areal lahan lebar 9-24 m dan panjang sampai 300 m untuk setiap settingnya (0.3 – 0.7 ha). Laju aplikasi bervariasi dari 5 - 35 mm/jam.

Sistem irigasi geser (Sprinkler hop sistem)

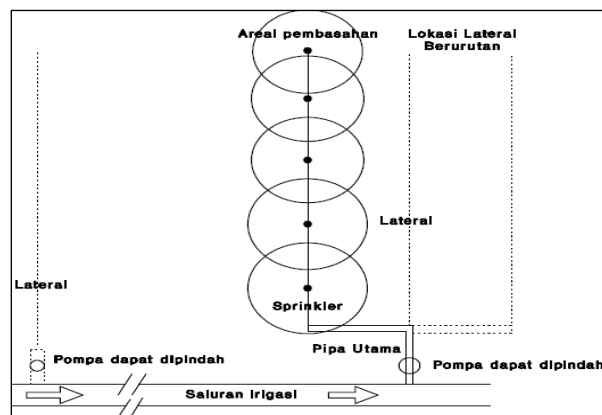
Sistem irigasi geser dalam beberapa hal menyerupai sistem berpindah, tetapi sprinkler ditempatkan pada posisi berselang seling sepanjang lateral. Jika sejumlah air sudah diberikan maka sprinkler dilepas dan dipindah geserkan sepanjang lateral ke posisi berikutnya dengan lama penyiraman yang sama. Perpindahan ini dikerjakan tanpa menghentikan aliran air di pipa lateral. Penyam-bungan sprinkler menggunakan katup khusus yang otomatis menutup jika sprinkler dicabut. Lateral kemudian dipindahkan ke posisi berikutnya, selanjutnya proses penggeseran diulang kembali. Sistem ini menggunakan air dengan laju aplikasi rendah sehingga pipa dan pompa berukuran kecil. Umumnya setiap hari hanya satu kali pindah lateral dan satu kali pindah sprinkler.

Gambar 67. Sistem Irigasi Sprinkler Model Geser

Sistem Sprinkler Irigasi Berpindah

Sistem irigasi sprinkler berpindah dapat dibedakan menjadi sistem berpindah manual dan sistem irigasi berpindah dengan mesin.

Sistem Sprinkler Berpindah Manual

Sistem berpindah secara manual ini sangat sederhana yaitu dengan memindah-kannya dengan tenaga manusia secara manual. Sistem ini terdiri dari sebuah pompa, pipa utama, lateral dan sprinkler putar. Lateral tetap di suatu posisi sampai kegiatan irigasi selesai. Pompa dihentikan dan lateral dilepaskan dari pipa utama dan dipindahkan ke posisi lateral berikutnya. Bila irigasi satu blok lahan telah selesai, keseluruhan sistem (lateral, pipa utama dan pompa) dipindahkan ke blok lahan lainnya (Gambar 68).

Gambar 68. Sistem Irigasi Sprinkler Berpindah Model Manual

Gambar 69. Skema Sistem Irigasi Berpindah Manual

Pada umumnya, komponen sistem irigasi sprinkler yang dipindah-pindahkan hanya pipa lateralnya saja, sedangkan pompa dan pipa utamanya tetap. Sistem seperti ini disebut dengan sistem semi portable. Lateral dipindahkan dengan tenaga manusia ke posisi berikutnya pada pipa utama. Umumnya lateral berpindah antara satu sampai empat kali per hari tergantung pada setelan waktu yang ditetapkan. Lateral berpindah berurutan dari satu posisi ke posisi lain sampai seluruh lahan terairi. Pada sistem ini juga sering digunakan 2 atau lebih lateral bekerja simultan.

Gambar 70. Sistem Irigasi Sprinkler Berpindah Dengan Roda

Peletakan sistem pipa dapat dilakukan dengan berbagai cara. Gambar 10.6 memperlihatkan alternatif tata letak dimana pipa utama berada pada satu sisi dari lahan. Perpindahan dengan tenaga manusia memerlukan tenaga kerja yang cukup besar, sehingga hanya cocok untuk daerah dimana tenaga kerja manusia tersedia banyak dan tidak mahal.

Sistem Irigasi Berpindah dengan Mesin

Yang termasuk sistem berpindah dengan mesin adalah lateral move sistem atau rollmove sistem. Pada sistem ini, pipa lateral selain untuk mengalirkan air digunakan juga sebagai poros roda. Roda ditempatkan pada jarak 9-12 m sehingga lateral dapat mudah didorong dari satu *setting* irigasi ke *setting* lainnya dengan menggunakan tenaga gerak motor bakar.

Pada waktu melakukan penyiraman, lateral tetap pada satu lokasi sampai sejumlah air irigasi selesai diberikan. Pompa dihentikan dan pipa lateral dilepas dari pipa utama, airnya dibuang, kemudian posisi lateral dipindahkan dengan tenaga peng-gerak. Lateral disambung kembali dengan pipa utama di posisi berikutnya. Sistem ini cocok digunakan di lahan datar, luas, berbentuk segi empat dengan tanaman rendah dalam barisan. Lateral dipasang melintang barisan tanaman sehingga roda penggerak ditempatkan di antara baris tanaman. Pergerakan lateral juga dapat berputar mengelilingi suatu poros dan disebut dengan sistem center pivot lihat Gambar 10.8.

Gambar 71. Sistem Sprinkler Center Pivot

Sistem Irigasi Berjalan (Mobile rain-gun sistem)

Sistem irigasi jenis ini menggunakan sprinkler putar berkapasitas besar yang bekerja pada tekanan tinggi untuk mengairi areal yang luas. Umumnya

sprinkler dipasang pada alat angkut bergerak melintasi lahan selama beroperasi dan disebut travellers. Akhir-akhir ini sistem ini menjadi sangat populer karena biaya modal per hektar relatif rendah dan kebutuhan tenaga kerja lebih kecil.

Gambar 72. Sistem Irigasi Model Berjalan (Traveller)

Sprinkler gun (rain gun) umumnya beroperasi pada tekanan tinggi 5–10 bar, dengan debit 40–120 m^3/jam. Dalam satu setting mampu mengairi areal lebar 100 m dan panjang 400 m (sekitar 4 ha). Laju aplikasi berkisar antara 5–35 mm/jam. Tersedia dalam dua tipe (a) Sistem selang tarik (Hose pull sistem), dan (b) Hose reel sistem.

Sistem Selang Tarik

Pada sistem selang tarik biasanya gun sprinkler yang dipasang pada alat angkut beroda. Air dipasok melalui slang feksibel dengan panjang sampai 200 m dan diameter 50–100 mm. Tata letak sistem selang tarik ini, pipa utama dipasang melintas pusat lahan dari stasiun pompa. Suatu jalur sepanjang 400 m dapat diairi pada satu setting meskipun panjang slang feksibel hanya 200 m. Pembawa gun sprinkler diposisikan pada kondisi start dari jalur pertama.

Selang fleksibel diletakkan sepanjang jalur gerak dan disambungkan ke sprinkler dan katup penyambung pada pipa utama.

Suatu kabel baja pelurus pada pembawa sprinkler ditarik sampai ujung terjauh lapangan dan dipancang kuat ke tanah. Katup penyambung perlahan dibuka untuk memulai kegiatan irigasi. Pembawa gun sprinkler ditarik baik oleh mesin penggerak menggunakan piston atau turbin, atau menggunakan motor bakar.

Gambar 73. Sistem Irigasi Selang Tarik

Sistem Irigasi Lateral Fleksibel

Teknik lainnya adalah apa yang disebut dengan sistem lateral flek-sibel, dimana selang lateral dapat digulung oleh suatu gulungan (drum) pada saat selesai mengairi. Sprinkler putar disambungkan ke lateral pada jarak tertentu dengan rangka khusus. Sprinkler ini berbaring pada waktu lateral digulung, tapi akan berdiri tegak secara vertikal jika pipa lateral sedang beroperasi.

Gambar 74. Sistem Irigasi Dengan Fleksible Lateral

Sistem Permanen

Jika sejumlah pipa lateral dan sprinkler dipasang cukup untuk mencakup seluruh lahan, sehingga tidak diperlukan peralatan untuk berpindah, maka sistem tersebut disebut sebagai *solid set sistem*. Untuk tanaman semusim, pipa dan sprinkler dipasang setelah tanam untuk mengairi tanaman dan tetap di tempat selama musim pertumbuhan. Sesudah panen perlengkapan dibongkar dan disimpan di gudang peralatan untuk digunakan pada musim berikutnya. Jika mengairi tanaman tahunan seperti buah-buahan, maka jaringan pipa dan sprinkler seringkali tetap dipakai di tempat dari musim ke musim. Dalam kasus ini sistem tersebut disebut sebagai *sistem permanen*. Umumnya pada sistem permanen jaringan perpipaan ditanam di bawah tanah untuk menghindari kerusakan dari kendaraan pertanian yang lewat, atau dipasang permanen di atas tanaman dengan model tergantung.

Umumnya pada sistem solid atau permanen hanya sebagian dari sistem bekerja secara simultan. Hal ini tergantung pada ukuran pipa dan jumlah air tersedia. Debit aliran disalurkan dari satu blok ke blok lainnya melalui hidran atau katup. Pada pengoperasian sistem solid atau permanen ini memerlukan tenaga kerja jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sistem bergerak dan juga memerlukan tenaga terampil lebih sedikit. Akan tetapi investasi awal lebih

besar karena jumlah pipa, sprinkler, dan perlengkapannya akan lebih banyak. Jadi sistem ini hanya cocok untuk daerah yang tenaga kerjanya langka dan mahal.

Gambar 75. Sistem Irigasi Solid Set Sprinkler

Sistem Semi Permanen

Beberapa sistem irigasi sprinkler baru dikembangkan akhir-akhir ini untuk memperoleh keuntungan baik dari sistem berpindah maupun sistem solid set. Rancangan diarahkan untuk mendapatkan suatu kombinasi baik biaya investasi rendah maupun tenaga kerja yang diperlukan juga rendah. Sistem ini disebut sebagai semi permanen yang terdiri dari (a) Sistem sprinkler geser (*sprinkler hop sistem*), (b) sistem pipa berkisi (*pipe grid sistem*), (c) sistem tarik selang (*hose pull sistem*) dan (d) sistem selang berpindah (*hose move sistem*)

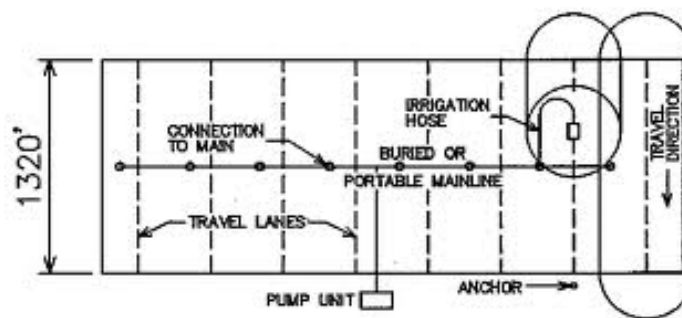
Sistem Irigasi Tarik Selang

Sistem irigasi ini awalnya diciptakan untuk mengairi tanaman di bawah pohon pada perkebunan jeruk, tetapi sekarang banyak digunakan untuk tanaman buah-buahan lain dan untuk tanaman dalam barisan. Pipa utama dan lateral dipasang permanen di permukaan atau di bawah permukaan tanah. Slang plastik berdia-meter kecil digunakan untuk mensuplai air dari lateral ke satu

atau dua buah sprinkler putar. Panjang slang biasanya dibatasi sampai 50 m, mengingat kehilangan energi gesekan yang besar jika slang plastik terlalu panjang.

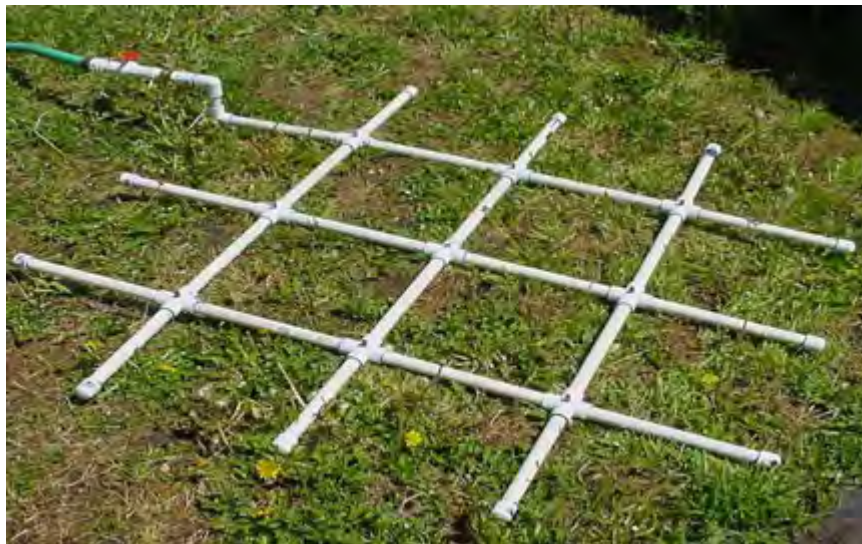
Penggunaan slang plastik seperti ini dapat mengurangi jumlah lateral permanen, selain itu juga memungkinkan fleksibilitas yang tinggi pada waktu mengairi tanaman. Sprinkler dapat dipindahkan ke dekat pohon untuk mencegah pemba-sahan yang tak perlu di lahan. Meskipun sistem ini relatif lebih kecil biayanya dibandingkan sistem permanen, biasanya masalah akan muncul dengan slang plastik. Slang plastik mudah rusak oleh peralatan mesin pertanian jika ditangani secara kasar, selain itu juga cepat rusak jika kena sinar matahari secara terus menerus.

Sistem Irigasi Selang Bergerak

Sistem lain yang juga menggunakan lateral fleksible adalah sistem hose move sprinkler. Sistem ini merupakan gabungan dari sistem perpindahan manual, sistem semi permanen dan sistem permanen. Pada sistem ini, sprinkler yang digunakan biasanya bertekanan rendah sampai sedang, dipasang di atas kaki tiga dan disambungkan ke pipa utama menggunakan slang fleksibel berdiameter 20–25 mm dan panjang sampai 30 meter. Sprinkler dapat dipindah-pindahkan sepanjang posisi lateral.

Gambar 76. Skema Jaringan Sistem Bergerak

Sistem Irigasi Kisi

Sistem irigasi jenis ini dalam beberapa aspek hampir sama dengan solid set sistem. Pipa lateral diameter kecil sekitar 25 mm digunakan agar biaya investasi rendah. Pipa lateral dipasang di seluruh lahan dan tetap berada di lokasi selama masa kegiatan mengairi tanaman, sehingga perpindahan pipa lateral pada masa antar priode irigasi dapat dihindarkan. Dua buah sprinkler disambung ke masing-masing lateral. Jika jumlah air irigasi sudah cukup diberikan, maka masing-masing sprinkler dilepas dan dipindahkan sepanjang lateral ke posisi berikutnya. Prosedur ini diulang sampai seluruh lahan terairi. Sprinkler kemudian dipasang lagi pada posisi awal untuk memulai periode mengairi berikutnya. Sprinkler disambung ke lateral menggunakan katup seperti yang digunakan pada hop sistem.

Sistem ini mengairi pada laju aplikasi rendah dengan masa mengairi yang lama, seringkali malam hari juga dioperasikan. Seperti pada "hop" sistem perpindahan sprinkler dapat diatur sesuai dengan aktivitas budidaya tanaman lain. Suatu ciri khas sistem ini beroperasi setiap hari paling tidak dua buah sprinkler berpindah pada setiap lateral. Satu sprinkler berpindah pada siang hari dan yang lainnya pada malam hari.

Gambar 77. Contoh Skema Sistem Irigasi Sprinkler Model Pipe-Grid

Berdasarkan penyusunan alat penyemprotnya atau sprinkler, maka sistem irigasi sprinkler dapat dibedakan menjadi:

Sistem berputar (rotating head sistem).

Sistem irigasi ini, terdiri dari satu atau dua buah nozzle yang berputar dengan sumbu vertikal akibat adanya gerakan memukul dari alat pemukul pada komponen sprinkler (*hammer blade*). Sprinkler ini umumnya dipasang pada suatu pipa tegak (*riser*) berdiameter 25 mm yang disambungkan dengan pipa lateral. Alat pemukul sprinkler bergerak karena adanya gaya impulse dari aliran jet semprotan air, kemudian berbalik kembali karena adanya regangan pegas.

Gambar 78. Kepala Sprinkler model berputar

Sistem Irigasi Pipa Berlubang (*Perforated Pipe Sistem*)

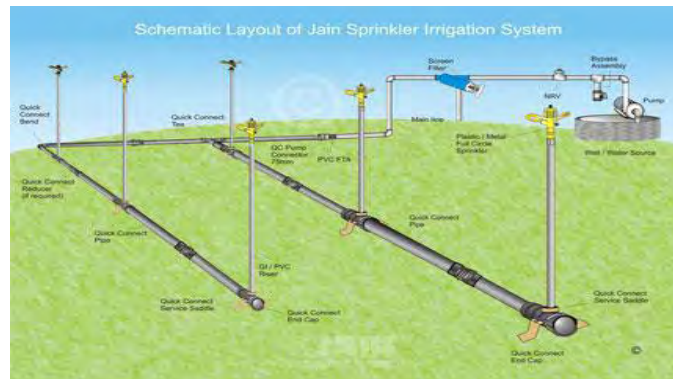
Sistem irigasi pipa berlubang terdiri dari pipa-pipa berlubang, biasanya dirancang untuk tekanan rendah antara 0.5 -2.5 kg/cm^2, sehingga sumber tekanan cukup diperoleh dari tangki air yang ditempatkan pada ketinggian tertentu. Jangkauan siraman dapat meliputi selebar 6 - 15 meter. Cocok untuk tanaman yang tingginya tidak lebih dari 40 - 60 cm. Sistem irigasi dengan menggunakan pipa berlubang, terdiri dari pipa ringan dengan sistem

penyambung cepat, pipa irigasi portabel dengan lubang kecil dibagian atas 1/3 dari lingkaran pipa. Sistem menyediakan air irigasi dengan tekanan yang cukup rendah. Laju penyemprotan tergantung pada jarak lubang, tetapi laju 15 mm/jam adalah laju minimum yang dapat dicapai. Laju pemberian air yang relatif tinggi dari sistem irigasi pipa berlubang, penggunaannya terbatas kecuali pada tanah berpasir yang permeabel atau untuk tambahan irigasi dimana kedalaman aplikasi irigasi yang diberikan rendah.

Sistem ini tidak cocok bila daerah tersebut berangin kencang, karena butir-butir air yang kecil akan terganggu oleh angin yang berhembus. Penggunaannya juga terbatas hanya pada tempat yang benar-benar hampir datar, karena debit air yang disemprotkan dipengaruhi oleh perbedaan elevasi permukaan lahan, terutama bila dioperasikan pada tekanan rendah. Sistem irigasi ini biasanya diperuntukkan pada perkebunan kelapa dan tanaman perkebunan lainnya. Lubang yang kecil biasanya akan tersebumbat dan oleh karena itu sering diperlukan untuk membilas pipa lateral secara priodik, dan demikian juga saringan pada bagian pemasukan air pada sistem pompa.

Gambar 79. Sistem Irigasi Dengan Pipa Berlubang

Komponen-komponen Sistem Irigasi Sprinkler

Umumnya suatu sistem irigasi sprinkler memiliki komponen-komponen seperti berikut, lihat Gambar 10.17. Umumnya komponen irigasi sprinkler terdiri dari: (a) Sumber air (b) pompa dengan tenaga penggerak sebagai sumber tekanan, (c) pipa utama, (d) pipa lateral, (e) pipa tegak (*riser*), dan (f) kepala sprinkler.

Gambar 80. Komponen-komponen Sistem Irigasi Sprinkler

Komponen penyusun sistem irigasi sprinkler adalah sebagai berikut :

Sumber air irigasi

Sumber air yang digunakan untuk irigasi sprinkler dapat berasal dari mata air, sumber air yang permanen seperti sungai, danau, waduk, sumur, atau sumber air dari perusahaan air minum. Pemilihan dari sumber-sumber ini sangat tergantung ketersediaanya.

Sumber Energi Penggerak

Sistem irigasi sprinkler dapat dioperasikan dengan menggunakan sumber energi yang berasal dari gravitasi, pemompaan pada sumber air atau penguatan tekanan dengan menggunakan pompa penguat tekanan (*booster pump*). Tetapi karena sistem irigasi sprinkler membutuhkan tekanan yang

besar, maka sumber energi diperoleh dari motor penggerak pompa, baik yang berasal dari motor bakar maupun motor listrik.

Jaringan Pipa

Jaringan pipa pada sistem irigasi sprinkler umumnya bertekanan. Jaringan pipa terdiri dari pipa utama, sub-utama, dan lateral. Pipa utama membawa air dari sumbernya ke saluran sub-utama, kemudian dibawa ke pipa lateral dan air disemburkan oleh sprinkler melalui noozle. Beberapa sistem tidak memiliki saluran sub-utama, dalam hal ini, air dari saluran utama langsung dibawa ke saluran lateral.

Jaringan pipa harus memasok air pada tekanan yang diinginkan kepada setiap nozzle, dan cukup kuat untuk menahan tekanan kerja dan tekanan gelombang yang diperkirakan. Jaringan pipa yang ditanam harus bisa menahan beban dari permukaan baik yang dinamis dan pembebanan alat mesin pertanian. Sedangkan pipa lateral yang portable harus ringan dan tahan tidak pecah. Bahan pipa dan pembebanan dari pipa yang ditanam adalah faktor-faktor yang penting yang mempengaruhi disain dan operasional dari saluran pipa untuk sistem irigasi sprinkler.

Pipa Utama

Pipa utama (*main line*) adalah pipa yang mengalirkan air dari pompa ke pipa lateral. Pipa utama dapat dibuat permanen di atas atau di bawah permukaan tanah, dapat pula berpindah dari satu lahan ke lahan yang lain. Untuk pipa utama yang berpindah, pipa biasanya terbuat dari almunium yang ringan dan dilengkapi dengan sambungan cepat, sedangkan untuk pipa utama yang ditanam, umumnya dipasang pada kedalaman 0.75- 2 meter di bawah permukaan tanah. Pemasangan pipa utama yang permanen memiliki keuntungan terbaik jika lahan yang diguna-kan untuk pertanaman bersifat tetap dan tanaman yang ditanam membutuhkan air sepanjang musim

pertanaman. Sedangkan pipa utama yang portabel cocok jika digunakan untuk lahan yang ditanam tidak tetap. Beberapa jenis pipa yang dapat digunakan, antara lain pipa paralon, galvanis dan aluminium. Untuk pipa utama yang dipasang secara permanen di lahan pertanian sebaiknya ditanam, agar tidak mengganggu saat pengolahan tanah, dan untuk pipa utama yang dipasang secara portabel sebaiknya menggunakan pipa aluminium yang dilengkapi dengan sambungan cepat.

Gambar 81. Pipa Paralon

Pipa Lateral

Pipa lateral adalah pipa yang mengalirkan air dari pipa utama ke sprinkler. Pipa utama biasanya terbuat dari baja, paralon atau pipa fleksibel (selang). Pipa lateral ini berdiameter lebih kecil dari pipa utama, umumnya lateral berdiameter 50–125 mm, dapat bersifat permanen atau berpindah. Pipa lateral biasanya tersedia di pasaran dengan ukuran panjang 5, 6 atau 12 meter setiap potongnya. Setiap potongan pipa dilengkapi dengan quick coupling untuk mempermudah dan mem-percepat proses menyambung dan melepas pipa.

Gambar 82. Penyambungan Pipa Cepat

Untuk pipa lateral yang portabel dengan menggunakan pipa aluminium sebaiknya dipasang dengan menggunakan sistem pasang cepat. Biasanya panjang pipa lateral adalah 5, 6, atau 12 meter. Masing-masing pipa memiliki *quick coupling*, pada bagian penyambung female dilengkapi dengan gasket karet dan berbentuk U. Tekanan air akan mendorong gasket U ini sehingga membentuk pelapis air. Bila air berbalik, maka pelapis akan rusak dan air akan keluar dari pipa, hal ini menyebabkan sambungan antara pipa terlepas dan berubah.

Bahan Pipa

Beberapa kondisi yang dapat mempengaruhi pemilihan bahan pipa, antara lain komposisi kimia dari tanah, jumlah bebatuan dalam tanah, dan jenis dari sistem irigasi. Pipa aluminium umumnya digunakan untuk sistem portable, dan pipa baja biasanya digunakan pada pipa lateral sistem center-pivot. Pipa paralon, pipa baja merupakan pilihan yang khas untuk pipa utama dan lateral yang ditanam.

Pipa paralon merupakan pipa yang paling banyak digunakan karena ketahanannya terhadap korosi, bobotnya yang ringan, memiliki permukaan yang halus sehingga kehilangan energi akibat gesekan relatif kecil. Selain itu

memiliki perkiraan umur pakai yang lama jika diberi perlindungan terhadap tekanan gelombang, dan pemasangan yang mudah.

Perletakan pipa paralon di dalam tanah sebaiknya di atas tanah yang stabil dan bebas dari bebatuan, hal ini untuk mencegah kerusakan pada pipa akibat sudut dari batu yang tajam akan mengoyak pipa.

Pipa aluminium umumnya digunakan pada saluran utama dan lateral yang portable karena bobotnya yang ringan dan ketahanannya. Pembukaan terhadap keadaan bergaram atau asam dapat menyebabkan korosi pada aluminium. Korosi pada aluminium dapat diproteksi dengan penyalutan, yaitu pengikatan secara metalurgi lapisan logam campuran pada permukaan bagian luar dan dalam pipa.

Pipa baja merupakan bahan yang kuat, kaku dan tahan patah, tetapi lemah terhadap karat, baik di bagian dalam maupun di bagian luar permukaan pipa. Serpihan karat yang lepas dari bagian dalam pipa dapat memberikan efek merugikan bagi katup maupun sprinkler. Pelapisan pada permukaan luar dan dalam dengan pelapis yang tidak tembus air sebaiknya dilakukan.

Unit pompa

Pompa pada sistem irigasi sprinkler berfungsi untuk mengambil air dari sumbernya dan memberikan tekanan melalui sistem distribusi dan sprinkler sesuai dengan kebutuhan tekanan. Ada berbagai jenis pompa yang digunakan pada sistem irigasi sprinkler, tapi yang umum digunakan adala jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal yang lebih populer digunakan jika sumber air terbuka atau sumber air yang dekat dengan permukaan tanah, sedangkan pompa turbin digunakan untuk mengambil air dari sumur dalam.

Biasanya pompa tersebut dipasang ditempat yang tertentu dan tetap, sedangkan pompa sentrifugal dapat berupa pompa portabel ataupun dipasang pada tempat yang tetap. Motor listrik atau mesin pembakaran dalam

digunakan untuk menggerakkan pompa agar bekerja. Pompa dengan motor listrik biasanya digunakan untuk pompa yang dipasang tetap. Biaya yang dibutuhkan untuk tahap awal operasi murah, dan mudah perawatannya. Sedangkan pompa yang dige-rakkan dengan mesin motor bakar, biasanya digunakan untuk unit pompa yang bekerja secara berpindah, dan ditempatkan bila sumber energi listrik tidak tersedia.

Gambar 83. Pompa Sentrifugal dengan Penggerak Motor Listrik

Pompa Bostter (*Booster Pump*)

Pompa boster dipakai jika sistem sprinkler yang digunakan dengan sistem pompa yang telah terpasang sesuai kapasitasnya tidak mencukupi untuk mengalirkan air ke sprinkler. Pompa boster juga dipakai untuk menyediakan tekanan yang cukup untuk mengairi lahan pada suatu area dengan perbedaan tinggi yang cukup besar.

Asesories pipa

Pemasangan pipa yang digunakan untuk membuat jaringan irigasi, baik pipa utama, lateral, maupun riser, agar bisa terpasang dengan baik biasanya dilengkapi dengan asesories pipa yang berupa elbow, knee, sambungan lurus, sambungan tee, ataupun reducer. Penggunaan asesories ini harus disesuaikan dengan jenis pipa yang akan dipasang.

Gambar 84. Berbagai Jenis Asesories Pipa

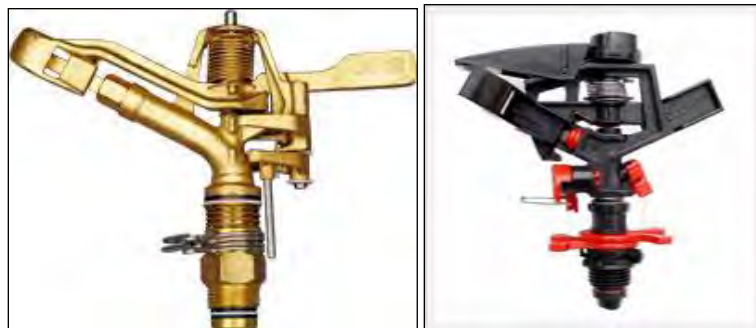
Sprinkler

Sprinkler atau penyembur merupakan salah satu komponen dari sistem irigasi sprinkler yang berfungsi untuk menyebarkan partikel-partikel atau butir-butir air dari saluran pipa atau selang ke atas lahan secara merata tanpa *runoff* (aliran permukaan) dan atau tanpa perkolasi yang berlebihan di daerah perakaran tanaman. Sprinkler telah mengalami perkembangan dari segi bentuk, kapasitas maupun nozzle menjadi beberapa tipe atau jenis sesuai dengan keperluan.

Gambar 85. Pipa Riser dengan Sprinkler Terpasang

Jenis-Jenis Sprinkler

Impact Sprinkler

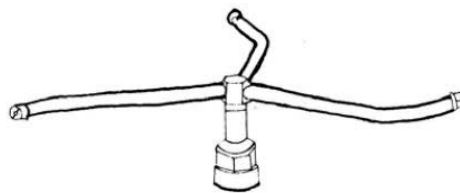
Impact sprinkler merupakan sprinkler yang memanfaatkan tumbukan (*impact*) dari semburan air sebagai gaya untuk memutar atau merubah arah sprinkler. Contoh impact sprinkler adalah revolving sprinkler. Revolving sprinkler dioperasikan oleh sebuah pemukul atau hammer yang bekerja secara horizontal di sekeliling sumbu vertikal dan diatur oleh sebuah pegas. Perputaran dari sprinkler dimulai ketika pancaran meninggalkan mulut pipa dan menubruk driving head atau kepala pengendali dari hammer. Tumbukan ini menghasilkan komponen gaya horizontal yang tegak lurus terhadap kepada kepala pengendali. Kemudian hammer yang telah diberi gaya akan berputar sampai pegas memberikan gaya momen lawan yang mengembalikan hammer pada posisi semula. Revolving sprinkler diperlihatkan pada Gambar 10.23.

Gambar 86. Kepala sprinkler

Ada dua macam hammer yang biasa digunakan yaitu regular atau biasa dan wedge atau baji. Hammer jenis biasa hanya dapat bergerak secara horizontal sedangkan jenis wedge dapat juga bergerak arah horizontal dengan sudut tertentu.

Gear-Driven Sprinkler

Gear-driven sprinkler merupakan sprinkler dengan penggerak berupa turbin air kecil yang terdapat pada dasar sprinkler. Seperti impact sprinkler, gear-driven sprinkler memiliki satu atau lebih pancaran yang berputar sekeliling sumbu vertikal dari sprinkler. Tidak seperti impact sprinkler yang memiliki rotasi yang dapat berhenti kemudian berganti arah. Gear-driven sprinkler berputar secara halus dalam satu arah tanpa percikan yang terjadi setiap kali semburan menubruk hammer pada impact sprinkler.

Reaction Sprinkler

Reaction sprinkler merupakan tipe sprinkler yang berputar, dan gaya perputarannya dikarenakan oleh torsi yang dihasilkan oleh reaksi dari air yang meninggalkan sprinkler, sprinkler ini tersusun secara sederhana dan kokoh. Contoh dari reaction sprinkler adalah whirling sprinkler. Whirling sprinkler umumnya memiliki dua atau tiga lengan panjang pada ujung nozzle. Sprinkler ini biasanya dioperasikan dalam tekanan yang rendah yaitu antara 70 sampai 210 kPa dan memiliki daerah jangkauan yang relatif kecil. Perputaran dari sprinkler ini mencapai sekitar 60 rpm dan debit yang dikeluarkan mencapai 1 m^3/jam. Whirling sprinkler ditunjukkan pada Gambar 10.24.

Gambar 87. Whirling Sprinkler

Fixed-Head Sprinkler

Fixed-head sprinkler merupakan tipe sprinkler yang beroperasi tanpa ada bagian yang bergerak. Sprinkler ini dibuat untuk menghasilkan semburan yang berbentuk lingkaran atau mendekati lingkaran. Sprinkler ini biasanya

digunakan untuk irigasi tipe permanen. Sprinkler ini dioperasikan dengan tekanan yang rendah dan jarak yang berdekatan. Fixed-head sprinkler diilustrasikan pada Gambar 10.25.

Gambar 88. Fixed Head Sprinkler

Sprinkler Tembak (Gun Sprinkler)

Sprinkle tembak atau gun sprinkler merupakan jenis sprinkle yang beroperasi pada tekanan yang tinggi, yaitu antara 480 sampai 896 kPa. Sprinkler ini menghasilkan debit yang mencapai 4700 liter per menit, dengan diameter area yang dibasahi sekitar 180 meter. Tekanan yang tinggi dalam pengoperasian sprinkler jenis ini sering mengharuskan penggunaan pompa, dimana akan menambah nilai investasi awal dan biaya perawatan. Sprinkler ini umumnya digunakan untuk lahan persegi yang luas. Sprinkler tembak diilustrasikan pada Gambar 10.26.

Gambar 89. Gun Sprinkler

Kepala sprinkler merupakan bagian yang paling penting dalam sistem irigasi sprinkler. Karakteristik performansi kepala sprinkler tergantung pada tekanan optimum air dan kondisi iklim, terutama kecepatan angin akan menentukan kesesuaian dan efisiensi sistem irigasi.

Ada dua prinsip dasar yang digunakan untuk mengembangkan daya semburan yang dibutuhkan pada sprinkler, yaitu (1) putaran kepala sprinkler, ada sprinkler yang memiliki satu, dua atau lebih nozzel, tergantung pada diameter lingkaran basah, (2) pipa yang diberi lubang sepanjang pipa bagian atas dan samping. Pada kebanyakan sprinkler yang digunakan dalam bidang pertanian, memiliki jenis putaran yang lambat, yang terdiri dari satu nozel kecil sampai sprinkler yang berukuran jarak semburan jauh (gun sprinkler) dengan beberapa buah nozel yang dioperasikan dengan tekanan tinggi.

Sprinkler bernozzel satu digunakan untuk tanaman yang membutuhkan debit air yang rendah. Kepala sprinkler yang digunakan pada umumnya memiliki dua buah nozzel, salah satunya digunakan untuk menyemprotkan air pada jarak yang jauh dari posisi sprinkler, sedangkan nozzel yang lain berfungsi menyemprotkan air pada daerah disekitar dekat sprinkler. Sistem sprinkler bernozel dua tidak dapat digunakan untuk aplikasi air dengan tekanan rendah seperti pada nozzel tunggal, tetapi sprinkler bernozzel dua ini menghasilkan keseragaman yang baik pada tekanan rendah.

Perputaran kepala sprinkler dikelompokkkan menurut interval tekanan, dan posisinya dengan tanaman yang diairi. Tekanan sprinkler yang terlalu tinggi atau terlalu rendah untuk kepala sprinkler tertentu akan menyebabkan jeleknya pola distribusi siraman air.

Sprinkler bekerja dengan cara menyemprotkan air bertekanan lewat suatu lubang kecil atau nozzle ke udara. Aliran air ini selama perjalanannya akan pecah menjadi butiran air dan jatuh ke tanah atau tanaman. Sprinkler berputar horizontal dan menghasilkan pola pembasahan berbentuk lingkaran. Jarak dari

sprinkler ke lingkaran terluar disebut jarak lemparan atau radius pembasahan. Biasanya sprinkler kecil akan membasahi lahan dengan diameter basah 36 m. Sprinkler berputar disebabkan oleh adanya aliran jet air dan beban peas pada lengan ayun (*swing arm*). Pada waktu sprinkler beroperasi, lengan ayun bergerak karena jet air dan memukul kepala sprinkler ke satu sisi, kemudian lengan ayun kembali ke posisi semula karena adanya tegangan pegas. Kecepatan putar dikendalikan oleh tegangan pegas.

Sprinkler dikategorikan ke dalam jenis tekanan rendah, medium, dan tinggi. Kriteria utama untuk pemilihan adalah (1) laju penyiraman, sebagai fungsi dari debit, diameter basah, dan jarak siraman, (2) keseragaman pemakaian air, (3) ukuran butiran air sebagai fungsi dari diameter nozzle dan tekanan kerja, (4) biaya.

Saringan (*screen*)

Saringan biasanya digunakan jika sumber air yang dipergunakan untuk sumber irigasi berupa air permukaan. Fungsi saringan adalah untuk menjaga agar sistem bebas dari sampah yang mungkin dapat menyumbat nozzle. Saringan harus mempunyai kemampuan untuk menyaring biji-biji rerumputan, dan partikel-partikel lain. Saringan juga harus mampu mencegah batang, cabang dan benda-benda besar lainnya ke dalam system sprinkler.

Gambar 90. Saringan (*Screen*)

Katup

Katup merupakan bagian pelengkap dari saluran pipa bertekanan yang biasa digunakan pada sistem irigasi. Katup disediakan untuk berbagai keperluan seperti pengatur tekanan, adanya penyempitan pada pipa, pelepasan udara, fluktuasi tekanan, dan aliran balik.

Gambar 91. Katup Pengatur Aliran Dalam Pipa

Katup Isolasi

Katup isolasi atau isolation valve digunakan untuk berbagai fungsi. Jika katup ditempatkan pada ujung pipa utama, sub utama dan lateral katup ini berfungsi sebagai *on-off* pada pipa. Katup ini dapat digunakan untuk sistem yang memerlukan operasi yang bergantian yang memungkinkan pengaturan aliran air dari satu bagian ke bagian lainnya. Katup ini juga dapat digunakan untuk mengisolasi bagian dari sistem untuk keperluan perawatan atau perbaikan dimana bagian yang lain tetap beroperasi.

Katup on-off otomatis pada ujung dari katup memungkinkan sebuah sistem irigasi sprinkler bekerja secara otomatis. Sebuah pengontrol elektronik atau elektro mekanikal yang digunakan dapat diprogram untuk mengendalikan pengoperasian beberapa katup on off otomatis. Sekali diprogramkan, pengatur membuka dan menutup katup sesuai dengan program yang dibuat.

Komunikasi antar pengatur dengan katup dapat dilakukan melalui kabel listrik, pipa pneumatik atau hidrolik, atau radio telemetri.

Katup isolasi juga ditempatkan pada ujung hulu dari pipa permanen untuk menyediakan pembilasan sedimen.

Katup penghambat atau *throttle* digunakan untuk menghambat atau mengurangi laju aliran. Proses penghambatan pada katup manual dapat dicapai dengan dengan menutup katup secara sebagian. Katup otomatis yang menyuplai aliran konstan tanpa memperhatikan perubahan tekanan terkadang juga digunakan dengan jaringan pipa yang bertekanan. Seperti katup manual, laju aliran dapat disesuaikan dengan mengubah bukaan. Katup penghambat ditempatkan pada ujung dari pipa utama, sub-utama, dan lateral.

Katup isolasi terdiri beberapa jenis antara lain katup gerbang (*gate valve)*, katup kupu-kupu (*butterfy valve)*, katup hidran (*hydrant valve)* dan lainnya. Dari berbagai tipe katup isolasi yang paling umum digunakan adalah *gate valve* dan *butterfy valve*.

Katup gerbang memiliki satu atau dua cakram yang berfungsi sebagai penutup pada bonet yang tegak lurus terhadap arah aliran air. Cakram digerakkan membuka atau menutup oleh pemutar yang terhubung pada sebuah tangkai atau stem. Pada katup kupu-kupu, cakram bergerak memutar seperempat lingkaran, sehingga posisi cakram akan sejajar arah aliran ketika dalam posisi membuka.

Katup Penutup (*Take off valves*)

Katup penutup pada umumnya dibutuhkan untuk mengatur tekanan pada pipa lateral. Katup tersebut harus dipasang pada system sprinkler dimana ada perbedaan signifikan antara titik-titik tertentu pada titik ujung lateral. Pada sistem irigasi yang multi lateral dengan menggunakan beberapa sub pipa

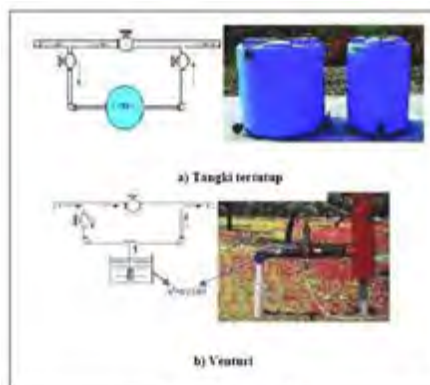
utama, katup juga dimungkinkan untuk dipindahkan dari satu pipa lateral ke lateral lain tanpa menghentikan operasional sistem.

Katup Pengatur Aliran

Katup pengatur aliran dibutuhkan untuk mengatur tekanan dan debit masing-masing sprinkler yang dapat membantu bila terjadi ketidaksamaan yang disebabkan oleh tekanan sepanjang pipa lateral di permukaan tanah.

Aplikator Pupuk

Pupuk kimia yang dapat dilarutkan dapat dimasukkan dalam sistem sprinkler dan diberikan ke tanaman. Pada saat aplikasi dengan sistem sprinkler pupuk dengan mudah ditempatkan pada kedalaman yang diinginkan dalam suatu larutan, dan ada dalam bentuk tersedia bagi tanaman, tanpa mengandung bahaya dengan cara pencucian.

Ada dua cara pemberian pupuk, yaitu irigasi dan pemberian pupuk yang diberikan secara simultan, sehingga akan menghemat biaya dan tenaga kerja pada saat pemberian pupuk. Alat aplikasi pupuk ini harganya relatif murah dan dapat diproduksi secara lokal. Alat aplikasi pupuk terdiri dari tabung yang dilengkapi dengan pipa-pipa dan penghubung.

Gambar 92. Tangki untuk Aplikasi pupuk

Perancangan Sistem Irigasi Sprinkler

Perancangan suatu sistem irigasi sprinkler, sangat ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain :

1) Tidak tersedianya jaringan irigasi gravitasi atau irigasi permukaan.
2) Terbatasnya debit sumber air pada musim kemarau, sehingga pemanfa-atannya harus dilakukan seefisien mungkin.
3) Kondisi topografi tidak datar, berbukit atau bergelombang, sehingga tidak memungkinkan diterapkannya irigasi permukaan.
4) Pemberian air irigasi hanya diberikan pada periode tertentu, misalnya musim kemarau dan tidak diperlukan jaringan irigasi yang permanen, sehingga dengan penerapan irigasi sprinkler biayanya relatif lebih murah.
5) Kondisi tanah sangat porous atau berpasir, sehingga apabila diterapkan irigasi permukaan akan menimbulkan kehilangan air yang relatif besar dalam bentuk perkolasi.
6) Tuntutan budidaya tanaman, misalnya hidroponik, rumah kaca dan lapangan golf yang menghendaki ketepatan jumlah dan waktu pemberian air.
7) Keinginan untuk mengintroduksi mengadopsi teknologi irigasi baru.

Tahapan Rancangan Sistem Irigasi Sprinkler

Untuk merancang suatu sistem irigasi sprinkler ada beberapa kegiatan yang harus dilakukan, antara lain, (1) Analisis kondisi lokasi, (2) Pengukuran lokasi, (3) Membuat desain (lay out) jaringan

Analisi Kondisi Lokasi

Pemasangan sistem irigasi sprinkler merupakan suatu investasi bagi petani atau pekebun, maka dalam membuat suatu sistem irigasi sprinkler harus benar-benar dilakukan studi yang mendalam tentang lokasi pembuatan sistem

irigasi sprinkler, agar nantinya diperoleh keuntungan yang optimum. Kriteria kesesuaian lokasi yang dipersyaratkan untuk pembuatan sistem irigasi sprinkler dapat dilihat dalam Tabel 10.1 berikut.

Tabel 17. Kriteria kesesuaian lokasi penerapan irigasi sprinkler

Komponen	Kriteria
Iklim	• Zona iklim agroklimat E, D dan C
	• Arah angin tidak berubah-ubah
	• Kecepatan angin < 4.4 m/detik
Tanah	• Tekstur tanah pasir, solum dangkal, laju permeabilitas tinggi dan peka terhadap erosi
	• Jenis tanah Regosol, Andosol, Litosol, Renzina dan Grumusol
	• Laju infiltrasi > 4 mm/jam
	• Luas dan bentuk lahan tidak teratur
Sumber Air	• Air tanah, mata air, dan air permukaan (danau, embung dan waduk)
	• Tersedia sumber air yang cukup sepanjang tahun
	• Kualitas air bebas dari kotoran dan tidak mengandung Fe
Jenis Tanaman	• Jenis tanaman yang dikembangkan bernilai ekonomi tinggi
Sosial	• Motivasi petani tinggi
Ekonomi	• Kemampuan teknis dan finansial petani memadai
	• Kelembagaan usaha tani telah terbentuk

Pengukuran Lahan

Setelah lahan yang akan dipasang sistem irigasi sprinkler memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran lahan. Pengukuran lahan bertujuan untuk memperoleh kondisi rinci lokasi. Tergantung pada luas lahan dan alat yang dimiliki, pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur meteran atau theodolit sehingga diperoleh gambaran topografi lahan. Selain itu juga letak sumber air yang akan dijadikan sebagai sumber air irigasi. Berdasarkan data hasil pengukuran

selanjutnya dibuat gambar peta lahan secara detil yang dapat dijadikan sebagai bahan untuk memperkirakan jumlah bahan dan peralatan yang akan digunakan.

Menyusun Rancangan Pendahuluan

Menyusun rancangan pendahuluan, mencakup kegiatan pembuatan skema tata letak (lay out) jaringan, serta penetapan jumlah dan luas sub unit dan blok irigasi. Penyusunan tata letak jaringan harus memperhitungkan jenis sprinkler, jangkauan siraman, letak sumber air yang akan digunakan. Berdasarkan hal tersebut, dapat diperkirakan jumlah sprinkler yang harus disediakan.

Menghitung Rancangan Hidrolika

Dalam sistem irigasi sprinkler, air dipompakan dari sumbernya, baik sumbernya berasal dari sumur, sungai, atau bendungan melalui pipa ke sprinkler dan kemudian menyemprotkannya seseragam mungkin ke tanaman. Untuk meng-operasikan jaringan irigasi sprinkler agar bisa berfungsi dengan baik, diperlukan perhitungan yang mendalam tentang rancangan hidrolika pipa. Perhitungan rancangan hidrolika bertujuan untuk memperkirakan jenis dan ukuran jaringan yang akan dibuat, termasuk ukuran pompa yang akan dipakai. Perhitungan rancangan hidrolika harus mempertimbangkan karakteristik pipa dan spesifikasi sprinkler. Apabila persyaratan hidrolika sub unit tidak terpenuhi, alternatif penyelesaian yang dapat dilakukan adalah, (1) modifikasi tata letak, (2) mengubah diameter pipa, (3) mengganti spesifikasi sprinkler, (4) optimalisasi tata letak sprinkler.

Aliran dalam Pipa

Jenis pipa disesuaikan dengan diameter dalam (*internal diameter*) atau diameter luar tergantung pada bahannya, dan tekanan aman. Pipa irigasi

sprinkler model berpindah (portable) umumnya tipis dan ringan, sehingga biasanya digunakan ukuran diameter yang besar. Kehilangan tekanan dalam aliran pipa tergantung pada kekasaran pipa, debit aliran, diameter, dan panjang pipa. Kekasaran pipa akan bertambah seiring tingkat keausan dan umur dari pipa tersebut. Kehilangan energi gesekan pipa umumnya dihitung dengan rumus dari Hazen-William:

$$v = 0.849 * C * R^{0.63} * S^{0.54}$$

$$h_f = \frac{10.684 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} * L$$

dimana:

V	=	kecepatan rata-rata dalam pipa (m/detik)
C	=	koefisien gesekan pipa
R	=	jari-jari hidrolik (m)
R	=	D/4 untuk penampang pipa lingkaran
L	=	panjang pipa (m)
D	=	diameter dalam pipa (m)
S	=	gradien hidrolik = hf/L
Hf	=	kehilangan head (m)
Q	=	debit aliran (m3/detik)

Nilai C pada rumus Hazen-William, tergantung pada derajat kehalusan pipa bagian dalam, jenis bahan pembuat pipa dan umur pipa. Tabel 10.3 dapat digunakan untuk pendugaan kehilangan energi gesekan dari berbagai jenis pipa dengan nilai C tertentu pada berbagai nilai debit aliran dan diameter pipa.

Tabel 18. Kondisi pipa dan nilai C (Hazen-William)

Jenis pipa	Koefisien Kehalusan "C"
Pipa besi cor, baru	130
Pipa besi cor, tua	100
Pipa baja, baru	120 ~ 130
Pipa baja, tua	80 ~ 100
Pipa dengan lapisan semen	130 ~ 140
Pipa dengan lapisan asphalt	130 ~ 140
Pipa PVC	140 ~ 150
Pipa besi galvanis	110 ~ 120
Pipa beton (baru, bersih)	120 ~ 130
Pipa beton (lama)	105 ~ 110
Alumunium	135 ~ 140
Pipa bambu (betung, wulung, tali)	70 ~ 90

Tabel 19. Kehilangan tekanan karena gesekan dari pipa paralon

Laju aliran		Ukuran nominal pipa dan diameter dalam mm (inchi)					
		1 ¼ inci	1 ½ inci	2 inci	2½ inci	3 inci	4 inci
Liter/detik	GPM	35.9 mm	44.5 mm	55.4 mm	67.4 mm	83.4 mm	108.7 mm
0.25	4	0.19	0.10	0.01	-		
0.38	6	0.39	0.20	0.07	0.03		
0.63	10	0.96	0.50	0.17	0.07	0.03	
0.88	14	1.71	0.90	0.31	0.13	0.05	
1.14	18	2.67	1.40	0.48	0.19	0.07	
1.39	22	3.81	2.00	0.69	0.28	0.10	0.03
1.64	26	5.13	2.69	0.93	0.37	0.14	0.04
1.89	30	6.82	3.46	1.19	0.48	0.17	0.05
2.15	34	8.27	4.33	1.49	0.60	0.22	0.06
2.40	38	10.09	5.28	1.81	0.73	0.26	0.08
2.65	42	12.06	6.31	2.17	0.87	0.32	0.09
2.90	46	14.19	7.42	2.55	1.02	0.37	0.10
3.15	50	16.48	8.62	2.96	2.29	0.43	0.12
3.41	54	18.92	9.89	3.39	1.36	0.49	0.14
3.66	58	21.50	11.24	3.86	1.54	0.56	0.16
4.16	66		14.12	4.85	1.95	0.70	0.20
4.67	74		17.41	5.95	2.39	0.86	0.25
5.17	82			7.17	2.87	1.04	0.30
5.68	90			8.47	3.39	1.22	0.34
6.31	100			10.24	4.09	1.48	0.42
				12.16	4.88	1.75	0.49
				14.22	5.88	2.05	0.58
					6.56	2.37	0.65
					7.50	2.70	0.76
					8.49	3.06	0.86
					9.53	3.44	0.96
					10.64	3.83	1.07
					11.79	4.25	1.19
						4.66	1.31
						5.13	1.44
						6.10	1.71
						7.14	2.00
						9.43	2.64
							3.36
							4.16
							5.03

dimana

J	=	gradien kehilangan head (m/100 m)
Hf	=	kehilangan head akibat gesekan (m),
Hl	=	kehilangan head akibat adanya katup dan sam-bungan (m)
Q	=	debit sistem (l/det)
D	=	diameter dalam pipa (mm)
F	=	koefesien reduksi
Kr	=	koefesien resistansi
L	=	panjang pipa (m)

Tekanan yang diperlukan pada pemompaan

Tekanan yang diperlukan pada sistem sprinkler dengan pemompaan harus mempertimbangkan, (1) Tekanan yang disarankan pada sprinkler, (2) Kehilangan tekanan di pipa utama dan lateral, (3) Perubahan elevasi lahan.

Kesalahan yang sering terjadi pada instalasi sistem sprinkler adalah pipa yang digunakan terlalu kecil. Hal ini sering kali dilakukan karena pipa diameter kecil lebih murah daripada diameter besar.

Penentuan jenis dan ukuran pompa, harus memperhitungkan juga jenis tenaga atau mesin penggeraknya. Perhitungan rancangan hidrolika sub unit merupakan tahapan kunci dalam proses desain irigasi sprinkler. Persyaratan hidrolika jaringan perpipaan harus dipenuhi untuk mendapatkan penyiraman yang seragam yaitu nilai koefisien keseragaman harus > 85 % untuk irigasi sprinkler. Mengingat jumlah dan spesifikasi sprinkler maupun jenis dan diameter pipa yang sangat beragam, maka tahapan rancangan hidrolika sub unit harus dilakukan dengan metoda coba ralat. Jenis pompa yang biasa digunakan pada suatu sistem irigasi sprinkler adalah sentrifugal dan turbin. Pompa sentrifugal digunakan apabila debit dan tekanan yang dibutuhkan relatif kecil, sedangkan pompa turbin digunakan apabila debit dan tekanan

yang dibutuhkan relatif besar. Karakteristik suatu pompa biasanya ditunjukkan oleh kurva karakteristik pompa yang menyatakan hubungan antara (1) kemampuan menaikkan air (H), (2) besarnya debit (Q), (3) efisiensi (E), (4) jumlah putaran per menit (N), dan (5) besarnya tenaga (P).

Besarnya tenaga yang diperlukan untuk pemompaan air tergantung pada (1) debit pemompaan, (2) total head, dan (3) efisiensi pemompaan. Secara matematis besarnya tenaga yang diperlukan suatu pompa ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$BHP = \frac{Q * TDH}{C * Ep}$$

dimana :

BHP = tenaga penggerak (kW)
Q = debit pemompaan (l/detik)
TDH = total dynamic head (m)
C = faktor konversi sebesar 102,0
Ep = efisiensi pemompaan (%)

Besarnya tekanan total dari sistem irigasi sprinkler (total dinamic head, TDH) dihitung dengan persamaan :

$$TDH = SH + E + Hf1 + Hm + Hf2 + + Hv + Ha + Hs$$

dimana :

SH : beda elevasi sumber air dengan pompa (m), E: beda elevasi pompa dengan lahan tertinggi (m),
Hf1 : kehilangan head akibat gesekan sepanjang pipa penyaluran dan distribusi (m),
Hm : kehilangan head pada sambungan dan katup (m),
Hf2 : kehilangan head pada sub unit (m), besarnya 20 % dari Ha;

Hv : Velocity head (m), umumnya sebesar 0,3 m;

Ha : tekanan operasi rata-rata sprinkler (m);

Hs : head untuk faktor keamanan (m), besarnya 20 % dari total kehilangan head

atau dengan persamaan:

$$Ht = Hn + Hm + Hj + Hs$$

dimana:

Ht : total tekanan rencana yang diperlukan pompa untuk bekerja=TDH (m);

Hn : maksimum tekanan yang diperlukan pada pipa utama untuk menggerakan sprinkler pada lateral dengan tekanan operasional terten-tu, termasuk tinggi raiser (m);

Hm : maksimum energi hilang karena gesekan pada pipa utama, tinggi hisap dan NPSH *(net positive suction head)* pompa (m);

Hj : beda elevasi antara pompa dengan titik sambung lateral dengan pipa utama (m);

Hs : beda elevasi antara pompa dengan muka air sesudah *drawdown* (m).

Perhitungan Kapasitas Sistem

Kapasitas sistem sprinkler tergantung pada luas areal lahan yang akan diairi (design area), kedalaman irigasi setiap pemberian air dan waktu operasional yang diijinkan untuk pemberian air tersebut.

$$Q = 2.78 * \frac{A * d}{f * T * E}$$

Dimana :

Q = kapasitas debit pompa (lt/det);

A = luas areal yang akan diairi (hektar);

D = kedalaman pemakaian air neto (mm);

f = periode atau lama irigasi (hari)

T = jumlah jam operasi aktual per hari (jam/hari);

E = efisiensi irigasi

Hidrolika pipa

Kebutuhan total tekanan suatu sistem irigasi sprinkler terdiri atas, (a) *static head* yaitu jarak vertikal dimana air harus diangkat atau diturunkan antara sumber air dengan titik pengeluaran tertinggi, (b) *pressure head* yaitu perbedaan ketinggian antara pompa titik tertinggi dan terrendah yang mengoperasikan lateral sepanjang pipa utama dan pipa sub utama yang akan memberikan nilai static head maksimum dan minimum, (c) *friction head* yaitu kehilangan head sepanjang pipa utama, manifold, adanya katup dan sambungan, (d) *velocity head* yaitu kecepatan aliran dalam suatu sistem irigasi sprinkler, (jarang melebihi 2,5 m/det), sehingga velocity head jarang melebihi 0,3 m/det dan dapat diabaikan. (e) *suction lift* yaitu perbedaan antara elevasi sumber air dan elevasi pompa.

Tekanan (Head)

Dalam pengertian umum tekanan adalah sebagai pengukur energi yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem sprinkler, dan secara spesifik didefinisikan sebagai gaya yang bekerja seragam pada suatu luasan tertentu dengan satuan N/m2. Tekanan atau head seringkali dinyatakan dalam satuan kN/m^2 atau bar dimana 1 bar = 100 kN/m^2 = 1 kgf/cm^2 = 14,5 lbf/in2.

Umumnya tekanan operasional untuk sprinkler kecil adalah 3 bar. Satuan lainnya yang sering dipakai adalah *psi* (*pound per square inch* atau lbf/in^2) dalam unit Inggris, dan kilogram gaya per cm^2 (kgf/cm^2) dalam unit Eropa.

Tekanan dalam pipa dapat diukur dengan suatu alat pengukur tekanan atau manometer. Perancang irigasi sering menyatakan tekanan dalam satuan tinggi air (*head of water*) karena lebih nyaman untuk digunakan. Jika pengukur Bourdon digantikan dengan tabung vertikal, tekanan air menyebabkan air dalam tabung akan naik. Tingginya kenaikan air ini digunakan sebagai pengukur tekanan dalam pipa. Dalam SI unit: Head air (m) = 0,1 x tekanan (kN/m^2), atau Head air (m) = 10 x tekanan (bar). Pada sistem satuan Inggris units Head air (ft) = 2,31 x Tekanan (psi).

Debit

Kecepatan aliran dalam pipa diukur dalam satuan m/det, sedangkan debit aliran (m^3/det) merupakan luas penampang aliran (m^2) dikalikan dengan kecepatan (m/det). Untuk sistem sprinkler yang kecil, angka dalam satuan ini sangat kecil sehingga seringkali digunakan satuan m^3/jam. Pengukuran debit dari nozzle putar dapat dilakukan dengan cara menyambungkan nozzle dengan selang plastik dan air yang keluar ditampung dalam wadah. Waktu yang diperlukan untuk memenuhi wadah dicatat, dan volume wadah diukur, sehingga debit dapat dihitung.

Hidrolika Nozel

Secara umum hubungan antara tekanan atau head dengan debit sprinkler atau nozel ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$q = \frac{Kd}{\sqrt{P}} \qquad q = \frac{Kd}{\sqrt{H}}$$

dimana :

q = debit sprinkler (l/menit)

Kd = koefisien debit nozel sesuai dengan peralatan yang digunakan

P = tekanan operasi sprinkler (kPa)

H = head operasi sprinkler (m)

Laju aplikasi

Laju siraman sprinkler disebut laju aplikasi dinyatakan dengan satuan mm/jam. Laju aplikasi tergantung pada ukuran nozzle, tekanan kerja, jarak antar sprinkler, dan arah serta kecepatan angin. Setiap pabrik pembuat sprinkler mempunyai informasi mengenai ini. Laju aplikasi harus lebih kecil dari laju infiltrasi tanah, sehingga limpasan (*run off*) dan erosi akibat percikan dapat dicegah. Tabel 10.4 memberikan contoh karaktersitik dari salah satu pabrik sprinkler.

Tabel 20. Tipikal karakteristik sprinkler

Diameter Nozzel (mm)	Tekanan (bar)	Diameter Basah (mm)	Debit (m^3/jam)	Laju Aplikasi (mm/jam)		
				18 x 18	18 x 24	24 x 24
4	3.0	29	1.02	3.2		
5	3.0	32	1.67	5.2	3.8	
6	3.0	35	2,44	7.5	5.7	4.2
8	4.0	43	4.96	15.3	11.4	8.6
10	4.5	48	8.13	25.1	18.9	14.0

Ukuran Butir Air

Suatu sprinkler umumnya menghasilkan ukuran diameter butiran air dari 0.5 – 4 mm. Butiran yang lebih kecil umumnya jatuh dekat sprinkler sedangkan yang lebih besar jatuh lebih jauh. Ukuran butir yang besar dapat merugikan pada tanaman, terutama sayuran dan menyebabkan erosi percik yang akhirnya terjadi pemadatan tanah. Sedangkan jika ukuran butiran air terlalu kecil akan mudah menguap dan banyak air terbuang, akibatnya efisiensi irigasi menjadi rendah. Ukuran butiran yang diinginkan dapat dikendalikan dengan mengatur ukuran nozzle dan tekanan operasional (Tabel 10.5)

Tabel 21. Ukuran nozzle, tekanan dan butiran air yang diinginkan

Ukuran Nozzel	Tekanan (bar)	Jangkauan tekanan yang sesuai (bar)
3.0 – 4.5	2.00	2.75 – 3.50
4.5 - 6.0	2.75	3.50 – 4.20
6.0 – 19.0	3.50	4.25 – 5.00

Tekanan Kerja Sprinkler

Unjuk kerja sprinkler akan baik jika mengikuti tekanan kerja yang disarankan oleh pabrik pembuatnya. Jika tekanan operasi lebih kecil atau lebih besar dari yang direkomendasikan maka akan terjadi penyimpangan unjuk kinerja sistem. Jika tekanan terlalu rendah maka air tak mudah pecah, sehingga sebagian besar air jatuh jauh dari sprinkler.

Butiran air yang besar akan jatuh dan merusak daun tanaman serta menyebabkan pemadatan tanah. Jika tekanan terlalu besar, ukuran air pecah terlalu banyak menyebabkan kabut mudah menguap dan hilang ke udara, dan sebagian besar air akan jatuh dekat sprinkler. Kedua kondisi tersebut menyebabkan pola sebaran menyimpang jauh dari bentuk segi tiga.

Gambar 93. Pengaruh Tekanan Terhadap Butiran Air

Pengukuran tekanan pada waktu sistem irigasi bekerja dapat menggunakan Bourdon gauge dilengkapi dengan penyambung pada lubang nozzle.

Tabel 22. Karakteristik spesifikasi sprinkler hasil pabrikan

Tekanan Nozzel		Diameter Nozzel					
		3.97 x 3.18		4.76 x 3.97		6.35 x 3.97	
Kpascal	Psi	Diameter (inchi)	Lbs	Diameter (inchi)	Lbs	Diameter (inchi)	Lbs
207	30	25	0.37	26	0.52	28	0.76
276	40	27	0.43	28	0.61	31	0.90
345	50	28	0.47	30	0.68	34	1.00
314	60	30	0.52	31	0.74	36	1.10

Palu Air (Water Hammer)

Palu air adalah fenomena hidrolik dimana kenaikan tekanan dalam pipa akan terjadi jika aliran dalam pipa berhenti seketika. Jika kenaikan tekanan tersebut melebihi tekanan kerja normal (normal working pressure), maka kemungkinan pipa akan pecah.

Tabel 23. Hubungan spasi sprinkler dan debit

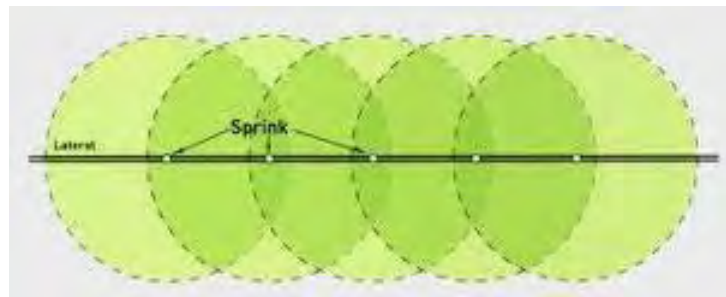
Spacing (ft)	Gallons per minute from each sprinkler									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20 x 20	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.44	1.70	1.93	2.16	2.40
20 x 30	.16	.32	.48	.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.43	1.60
20 x 40	.12	.24	.36	.48	.60	.72	0.84	0.96	1.08	1.20
30 x 30	.11	.21	.32	.43	.54	.64	.75	.86	0.96	1.07
30 x 40	.08	.16	.24	.32	.40	.48	.56	.64	.72	0.80
30 x 50	.06	.13	.19	.25	.32	.38	.45	.51	.58	.64
40 x 40	.06	.12	.18	.24	.30	.36	.42	.48	.54	.60
40 x 50	.05	.10	.14	.19	.24	.29	.34	.38	.43	.48
40 x 60	0.04	0.08	0.12	0.16	0.24	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40

Pemberhentian seketika akan terjadi pada waktu (a) memulai dan menghentikan pompa, (b) menutup katup pada pipa, (c) roda kendaraan melindas pipa fleksibel, (d) penyumbatan pada pipa atau nozzle sprinkler karena sedimen dalam air. Dampak negatif palu air dapat dihindari dengan cara (a) mengatur kecepatan aliran di pipa utama tidak melebihi 2 m/det, (b) memulai dan mengahiri pemompaan secara perlahan, (c) menutup katup secara perlahan, (d) membuat jembatan pipa pada lokasi pipa fleksibel yang

dilalui kendaraan, (e) mencegah penyumbatan dengan cara penyaringan air irigasi dari sumbernya.

Sebaran Air

Umumnya sebaran air terbanyak berada di dekat sprinkler dan berkurang ke arah ujung. Pola sebaran berbentuk segitiga. Untuk membuat sebaran lebih seragam beberapa sprinkler diletakkan secara overlap. Pada kondisi tidak ada angin, jarak spasi antar sprinkler dibuat sekitar 65% dari diameter basah.

Besarnya keseragaman sebaran air dari sprinkler dapat diukur di lapang dengan memasang beberapa wadah penampung air dalam suatu grid dengan jarak tertentu (Gambar 10.31). Selama waktu operasi tertentu, jumlah air yang tertampung dalam wadah diukur volumenya dengan gelas ukur, kemudian dihitung kedalaman airnya dengan cara membagi volume air dengan luas mulut wadah.

Gambar 94. Pembasahan dan pola distribusi dari beberapa sprinkler

Kemudian koefisien keseragaman dapat dihitung. Nilai keseragaman sebaran air dinyatakan dengan suatu parameter yang disebut koefisien keseragaman (uni-formmity coefficient, Cu). Koefisien keseragaman (Cu) dipengaruhi oleh hubungan antara tekanan, ukuran nozzle, spasing sprinkler dan kondisi angin. Nilai Cu sekitar 85% dianggap cukup baik untuk irigasi sprinkler. Koefisien keseragaman dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$CU = \left(1.0 - \frac{\sum\left|x_i - \bar{x}\right|}{\bar{x} * n}\right) * 100$$

X = nilai rata-rata pengamatan (mm);

n = jumlah total pengamatan;

Xi = nilai masing-masing pengamatan (mm)

Penggunaan Pupuk

Pada sistem irigasi sprinkler yang dilengkapi dengan pemupukan (*fertigation*), maka larutan pupuk disimpan dalam suatu tangki dan dihubungkan dengan pipa lateral melalui suatu pipa untuk mendapatkan perbedaan tekanan, sehingga larutan pupuk dapat mengalir bersama dengan air irigasi. Larutan pupuk dapat pula dihubungkan melalui pipa isap dari pompa. Sistem ini lebih sederhana tetapi harus hati-hati dalam pemakaiannya karena dapat merusak baling-baling pompa (impeller) menjadi mudah karatan. Jumlah pupuk yang diinjeksikan dihitung berdasarkan persamaan:

$$W_F = \frac{D_s * D_l * N_s * W_f}{10000}$$

Dimana

W_F = jumlah pupuk untuk se-tiap pemakaian (kg);

Ds = jarak antar sprinkler (m)

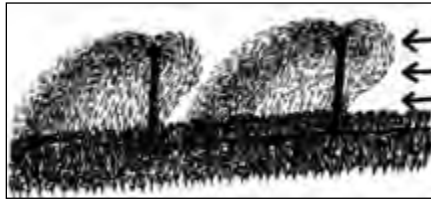
D_l = jarak antar lateral (m)

Ns = jumlah sprinkler

W_f = dosis pupuk yang direkomendasikan (kg/ha)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sprinkler

Angin

Angin akan mempengaruhi pola sebaran air seperti terlihat pada Gambar 10.32. Untuk mengurangi pengaruh angin jarak spasi harus diperkecil. Sebagai pegangan dapat digunakan Tabel 10.10. Untuk mengurangi dampak angin biasanya lateral diletakkan tegak lurus arah angin kemudian spasi antar lateral dikurangi.

Gambar 95. Pengaruh angin pada kinerja sprinkler

Tabel 24. Pengaruh kecepatan angin terhadap Jangkauan sprinkler

Kecepatan Angin (m/detik)	Diameter Basah		
	32	37	42
	Jangkauan Sprinkler (m)		
Tidak ada angin	21	24	27
0 -2.5	18	21	24
2.5 – 5.0	15	18	21
>5.0	9	12	12

Tabel 25. Hubungan antara jarak nozel dan kecepatan angin

Kecepatan Angin (km/jam)	Jarak Nozel dalam persen Diameter Curahan Air	
	Pada Lateral	Pipa utama
< 6	50	65
6	45	60
7 – 12	40	50
13	30	30

Set time

Istilah set adalah salah satu istilah yang sering digunakan dalam irigasi sprinkler. Kata tersebut merujuk pada suatu areal lahan yang diari oleh sebuah atau sekumpulan sprinkler. Set time adalah waktu yang digunakan sprinkler tersebut untuk menyelesaikan penyiraman atau pemberian sejumlah air pada satu posisi. Set time tergantung pada laju aplikasi dan jumlah air irigasi yang diperlukan. Sekali suatu sistem irigasi sprinkler dibangun, perubahan jumlah air yang diperlukan hanya dapat diatur dengan merubah set time.

Tidak mungkin untuk merubah laju aplikasi karena sudah tetap sesuai dengan tipe sprinkler, sistem pipa, dan pompa yang dipasang. Setiap usaha untuk merubah laju aplikasi penyiraman dengan cara merubah tekanan kerja akan menghasilkan sebaran air yang jelek .

Contoh

Suatu sistem sprinkler digunakan pada laju aplikasi 10 mm/jam mengairi suatu areal lapangan sejumlah 90 mm. Berapa set time?

Set time = air irigasi yang diperlukan : Laju aplikasi = 90: 10 = 9 jam

Jika air irigasi yang diperlukan hanya 60 mm pada awal musim, maka set time menjadi 60/10 = 6 jam.

Kebutuhan Air

Banyaknya air irigasi yang diberikan ditentukan berdasarkan kapasitas tanah menahan air yang menunjukkan jumlah air tanah tersedia serta penyerapan air oleh tanaman. Jumlah air tanah tersedia merupakan selisih antara kapasitas lapang dengan titik layu permanen dan masing-masing berbeda untuk setiap jenis tanah. Akan tetapi, air irigasi harus segera diberikan sebelum kadar air tanah mencapai titik layu permanen, yang disebut dengan kekurangan air yang diperbolehkan.

Tabel 26. Jumlah air tanah tersedia

No	Tekstur tanah	Kapasitas menahan air	
		Selang (mm/m)	Rata-rata (mm/m)
1	Tekstur sangat kasar – pasir sangat kasar	33 – 62	42
2	Tekstur kasar – pasir kasar, pasir halus dan pasir berlempung	62 – 104	83
3	Tekstur agak kasar – lempung berpasir	104 – 145	125
4	Tekstur sedang – lempung berpasir sangat halus, lempung dan lempung berdebu	125 – 192	167
5	Tekstur agak halus – lempung berliat, lempung liat berdebu dan lempung liat berpasir	145 – 208	183
6	Tekstur halus – liat berpasir, liat berdebu dan liat	133 – 208	192
7	Gambut	167 - 250	208

Total air tanah tersedia bagi tanaman merupakan jumlah dari air tanah tersedia pada semua lapisan tanah tempat pertumbuhan akar. Kedalaman akar dari bebera-pa jenis tanaman disajikan pada Tabel 10.11.

Tabel 27. Defisit air yang diperbolehkan

MAD (%)	Tanaman dan kedalaman akar
25 – 40	Perakaran dangkal, tanaman sayuran dan buah-buahan bernilai tinggi
40 – 50	Buah-buahan[1)], perdu, berri dan tanaman dalam baris dengan perakaran sedang
50	Tanaman pakan, tanaman biji-bijian dan tanaman baris dengan perakaran dalam

[1)] Beberapa tanaman buah-buahan mempunyai MAD yang lebih rendah pada masa akhir pembuahan

Kedalaman maksimum air irigasi (mm) yang diberikan pada setiap kali irigasi (dx) dapat dihitung dengan persamaan:

$$d_x = \frac{MAD}{100} * W_a * Z$$

dimana

Wa = air tanah tersedia (mm/m)

Z = kedalaman perakaran (m).

Interval waktu antara dua pemberian air irigasi yang berturutan (f, hari) adalah:

$$f = \frac{d_n}{U_d}$$

Dimana:

Dn = kedalaman air irigasi bersih per irigasi (mm),

Ud = kebutuhan air tanaman pada puncak kebutuhan atau evapotranspirasi (mm/hari).

Interval, laju dan lama penyiraman

Dalam konsep desain perlu dilakukan penentuan kedalaman pemberian air irigasi dan interval irigasi yang akan diterapkan pada setiap blok irigasi. Penentuan kedalaman pemberian air irigasi digunakan untuk menentukan banyaknya air irigasi yang harus diberikan, sedangkan interval irigasi adalah waktu pemberian air irigasi yang terpendek.

Laju pemberian air dengan sprinkler dipengaruhi oleh laju infiltrasi. Laju pembe-rian air maksimum (l) dihitung dengan persamaan :

$$I = \frac{360 * Q}{S_e * S_l}$$

dimana

Q = debit curahan sprinkler (l/det),

Se = spasing sepanjang lateral (m), dan

Sl spasing antar lateral (m).

Untuk beberapa jenis tanah, laju pemberian maksimum disajikan pada Tabel 8.21, sedangkan laju minimum yang disarankan adalah 3 mm/jam. Lama

pemberian air (T, jam) sebaiknya tidak melebihi dari 90% waktu yang tersedia dalam satu hari (24 jam) dan dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{d}{I}$$

dimana

d = kedalaman air total yang diberikan (mm), dan

I = laju pemberian (mm/jam)

Interval pemberian air dihitung dengan rumus :

$$I_i = \frac{d_x}{U}$$

dimana

d_x = kedalaman air irigasi yang diberikan (mm), dan

U = laju penggunaan air (mm/hari)

Tabel 28. Laju pemberian air maksimum dengan sprinkler

No	Tekstur dan profil tanah	Laju (cm/jam) pada kemiringan (%)			
		0 - 5	5 - 8	8 - 12	12 - 16
1	Pasir kasar sampai 2 m	5.0	3.7	2.5	1.3
2	Pasir kasar di atas tanah yang lebih padat	3.7	2.5	2.0	1.0
3	Lempung berpasir ringan sampai 2 m	2.5	2.0	1.5	1.0
4	Lempung berpasir ringan di atas tanah yang lebih padat	2.0	1.3	1.0	0.8
5	Lempung berdebu sampai 2 m	1.3	1.0	0.8	0.5
6	Lempung berdebu di atas tanah yang lebih padat	0.8	0.6	0.4	0.3
7	Liat berat atau lempung berliat	0.4	0.3	0.2	0.1

Berikut ini disajikan beberapa persamaan yang digunakan dalam desain :

$$dx = \frac{MAD}{100} * Wa * Z \qquad fx = \frac{dn}{Ud} \qquad d = \frac{dn}{\frac{Ea}{100}}$$

dimana :

Dx	=	kedalaman bersih air irigasi maksimum (mm) = RAW
MAD	=	fraksi kandungan air tanah tersedia = faktor p
Wa	=	kapasitas tanah menahan air (mm/m) = TAW
Z	=	kedalaman perakaran efektif (mm) = DR
f'	=	interval irigasi (hari)
Dn	=	kedalaman bersih air irigasi (mm)
Ud	=	laju konsumtif penggunaan air maksimum bu-lanan/SKA (mm/hari)
D	=	kedalaman air irigasi (mm)
Ea	=	efisiensi aplikasi (%)

Nilai dn yang dipilih seharusnya sama atau lebih kecil dari nilai dx. Apabila nilai dn digantikan dengan nilai dx, maka akan memberikan nilai interval irigasi maksimum, fx. Dalam rancangan desain irigasi sprinkler, diameter curahan nozel mempengaruhi nilai laju penyiraman dan penentuan jarak nozel pada dan antar lateral, serta menentukan luas lahan yang dapat terairi. Diameter curahan air yang disemprotkan nozel dan akibat rotasi nozel ditentukan dengan persamaan berikut :

$$R = 1.35 * \sqrt{d * h}$$

Dimana :

R	=	radius curahan air (m)
D	=	diameter lubang nozel (mm)
H	=	tekanan nozel (m)

Laju penyiraman adalah laju jatuhnya air ke permukaan tanah yang disemprotkan dari lubang nozel. Besarnya laju penyiraman dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$I = \frac{K * Q}{Se * Sl}$$

dimana :

I	=	laju penyiraman rata-rata (mm/jam)
K	=	faktor konversi sebesar 60
Q	=	debit sprinkler (l/menit)
Se	=	jarak sprinkler dalam lateral (m)
Sl	=	jarak antar lateral (m)

Waktu pemberian air irigasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyiraman air irigasi sesuai dengan kedalaman air irigasi yang ditentukan. Untuk tingkat keamanan yang masih memungkinkan, waktu aplikasi sebaiknya tidak melebihi 90% dari total waktu potensial 24 jam yaitu sekitar 21,6 jam per hari. Waktu aplikasi/pemberian air irigasi dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Tapp} = \frac{\text{AGD}}{\text{I}}$$

dimana :

T_{app}	=	waktu aplikasi/pemberian air irigasi (jam)
AGD	=	kedalaman kotor air irigasi (mm) = d
I	=	laju penyiraman rata-rata (mm/jam)

Kebutuhan kapasitas sistem irigasi sprinkler bergantung pada luas areal yang diirigasi, kedalaman air irigasi yang diberikan, dan lama waktu pemberian air per irigasi. Besarnya kapasitas dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Qs = K * \frac{A * d}{f * t}$$

dimana :

Qs = kapasitas/debit sistem (l/detik)

K = konstanta sebesar 2,78

A = luas areal/blok irigasi (Ha)

D = kedalaman kotor air irigasi (mm)

F = perioda operasi per irigasi atau selang interval irigasi (hari)

T = rata-rata lama operasi irigasi (jam/hari)

Bila kapasitas sistem yang diperoleh lebih besar dari debit yang tersedia, maka perlu dilakukan beberapa hal, yaitu (1) pengurangan luas areal, (2) pengurangan banyaknya hari libur irigasi atau (3) penambahan jam operasi irigasi per hari. Jumlah nozel yang digunakan dapat ditentukan berdasarkan keadaan areal dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\mathrm{Nn} = \frac{\mathrm{Qs}}{\mathrm{qa}}$$

dimana :

Nn = jumlah nozel

Qs = kapasitas/debit sistem (l/detik)

Qa = debit nozel rata-rata (l/ detik)

Prosedur Desain Irigasi Sprinkler

Tata Letak

Dalam penentuan tata letak jaringan irigasi sprinkler, ada beberapa kriteria yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Lateral dipasang sejajar kontur lahan dan dipasang tegak lurus arah angin utama.
2. Pemasangan pipa lateral yang naik sejajar dengan lereng dihindari, pemasangan lateral yang menuruni lereng akan memberikan keuntungan tertentu.
3. Saluran utama atau manifold dipasang naik turun atau sejajar dengan lereng.
4. Apabila memungkinkan saluran utama dipasang di suatu tempat, sehingga saluran lateral dapat dipasang di sekelilingnya.
5. Apabila memungkinkan lokasi sumber air berada ditengah-tengah areal rancangan.

Tata letak lateral yang ideal bergantung pada jumlah sprinkler yang berkerja serta jumlah posisi leteral, topografi dan kondisi angin.

Tahapan Rancangan

Untuk merancang bangun suatu sistem irigasi sprinkler, disarankan untuk mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Kumpulkan informasi dan data tentang tanah, topografi, sumber air, sumber tenaga, jenis tanaman yang akan di tanam dan rencana jadwal tanam
2. Penentuan kebutuhan air irigasi :
    a. Prediksi jumlah atau kedalaman air irigasi yang diperlukan pada setiap pemberian air
    b. Tentukan kebutuhan air irigasi, puncak, harian, musiman atau tahunan

c. Tentukan frekuensi atau interval irigasi
d. Tentukan kapasitas sistem yang diperlukan
e. Tentukan laju pemberian air yang optimal

3. Desain sistem :
   a. Tentukan spasing, debit, ukuran nozle dan tekanan kerja sprinkler pada kondisi laju pemberian air yang optimal serta jumlah sprinkler yang dioperasikan secara bersamaan
   b. Desain tata letak dari sistem yang terbaik yang memenuhi (a)
   c. Bila diperlukan lakukan penyesuaian dari (2) dan (3a)
   d. Tentukan ukuran diameter dan tekanan pipa lateral
   e. Tentukan ukuran diameter dan tekanan pipa utama

4. Penentuan pompa :
   a. Tentukan total tenaga dinamik (TDH) yang diperlukan
   b. Tentukan pompa yang sesuai dengan debit dan TDH yang diperlukan

Koefisien Keseragaman dan Efisiensi Irigasi Sprinkler

Keseragaman aplikasi air merupakan salah satu faktor yang menentukan efisiensi pemberian air dari suatu sistem irigasi sprinkler. Karakteristik distribusi penyem-protan kepala sprinkler head sangat khas dan dipengaruhi oleh besar nozzle dan tekanan kerja. Pada tekanan rendah, butiran air akan lebih besar dan terlempar cukup jauh dari sprinkler head, sedangkan pada tekanan tinggi, butiran air menjadi sangat halus dan tidak terlempar jauh.

Untuk mendapatkan keseragaman pemberian air, lingkaran terbasahkan sekeliling satu sprinkler harus saling bertindihan (*over lapping*) siraman sprinkler lainnya.

Keseragaman distribusi penyemprotan air dari sprinkler ditentukan melalui pengukuran di lapangan, yaitu dengan menempatkan wadah-wadah pada titik-titik tertentu. Air yang tertampung disetiap wadah kemudian diukur

ketebalannya, yaitu volume yang tertampung dibagi dengan luas penampangnya. Wadah umumnya ditempatkan pada setiap jarak 1 m atau 2 m. Pengukuran dapat dilakukan untuk satu sprinkler, satu pipa lateral atau diantara beberapa sprinkler.

Perhitungan Keseragaman

Beberapa cara untuk meng-hitung keseragaman adalah sebagai berikut:

Persamaan Wilcox dan Swailes:

$$U = \left(1 - \frac{S}{\bar{x}}\right) * 100$$

dimana:

U = koefisien keseragaman distribusi, persen
S = standar deviasi (cc)
X rata-rata volume air (cc)
S koefisien variasi (Cv)
Nilai U yang disarankan minimum = 70 %.

Persamaan Hart:

$$UCH = \left(1.0 - 0.8\frac{S}{\bar{x}}\right) * 100$$

dimana

UCH = koefisien keseragaman distribusi, persen

Persamaan Karmeli

$$UCL = 1 - 0.25b$$

dimana:

UCL : koefisien keseragaman linier

b : kemiringan kurva regresi

Persamaan Merrian dan Keller:

$$Du = \frac{\text{rata dari seperempat kedalaman terendah}}{\text{rata} - \text{rata kedalaman}} x100$$

dimana:

DU : keseragaman distribusi

Persamaan Christiansen:

$$Cu = \left(1.0 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{\sum x_i}\right) * 100$$

Dimana

CU = koefisien keseragaman, persen

Xi = kedalaman air di wadah ke i, mm

X_{bar} rata-rata kedalaman, mm

Jika distribusi normal:

$$Cu = \frac{\text{rata - rata dari separuh kedalaman terendah}}{\text{rata} - \text{rata kedalaman}} x100$$

Dari beberapa persamaan tersebut, persamaan Christiansen merupakan persamaan yang paling banyak digunakan. Nilai CU = 100% menunjukkan bahwa irigasi benar-benar seragam dan mustahil dicapai. Secara umum, nilai CU haruslah lebih dari 80 %. Nilai CU yang rendah dapat dijadikan indikator bahwa kehilangan air melalui perkolasi akan tinggi.

Efisiensi Irigasi Sprinkler

Efisiensi irigasi dibedakan menjadi (a) efisiensi penyaluran, (b) efisiensi pemberian, (c) efisiensi distribusi, (d) efisiensi penyimpanan dan (e) efisiensi penggunaan air. Pada irigasi sprinkler dapat diasumsikan bahwa efisiensi penyaluran dan efisiensi pemberian sama dengan 100 % sehingga efisiensi yang diperhatikan adalah sebagai berikut.

Efisiensi distribusi (DE) adalah:

$$DE = \frac{\text{kedalaman minimal}}{\text{rata} - \text{rata kedalaman}} x100 = \frac{G}{A + B}$$

Efisiensi Penyimpanan (E, storage efficiency)

$$E = \frac{A}{A + B} = 1 - \frac{B}{A + B} = 100 - 100 * \left(\frac{\text{kedalaman perkolasi}}{\text{kedalaman pemberian}} \right)$$

Contoh :

- Jika CU = 80%,kebutuhan 80% dan DE = 79%, maka untuk mendapatkan kedalaman 1.0 unit pada 80% area diperlukan keda-laman sebanyak = 1.0/0.79 = 1.27 unit.
- Jika CU = 70%, kebutuhan =80 % dan DE = 68%, maka untuk men-dapatkan kedalaman 1.0 unit pada 80% area diperlukan kedalaman seba-nyak 1/0.68 = 1.47 unit.

- Jika CU = 86%, kebutuhan = 80% dan DE = 45%, maka untuk mendapatkan 1.0 unit pada 80% area diperlukan kedalaman seba-nyak 1/0.85 =1.18 unit

Efisiensi Penggunaan Air

Sebagian air yang disemprotkan ke udara melalui sprinkler akan hilang melalui evaporasi. Efisiensi irigasi sprinkler (Eap) menjadi :

$$Eap = DE * Re * Oe$$

Jika nilai DE = nilai kebutuhan, maka DE = CU sehingga

$$Eap = Cu * Re * Oe$$

Dimana Oe = proporsi air efektif karena kehilangan dalam bentuk lain.

Contoh:

- Jika CU = 80 %, kebutuhan = 80 % dan DE = 79 %, maka untuk mendapatkan kedalaman 1.0 unit pada 80 % area diperlukan keda-laman sebanyak 1.0/0.79 = 1.27 unit.
- Jika CU = 70 %, kebutuhan = 80 % dan DE = 68 %, maka untuk mendapatkan kedalaman 1.0 unit pada 80 % area diperlukan keda-laman sebanyak 1.0/0.68 = 1.47 unit.
- Jika CU = 86 %, kebutuhan = 80 % dan DE = 85 %, maka untuk mendapatkan kedalaman 1.0 unit pada 80 % area diperlukan keda-laman sebanyak 1.0/0.85 = 1.18 unit.

Pengoperasian Sistem Irigasi Sprinkler

Penetapan sumber air

Sebelum sistem irigasi sprinkler dipasang, maka terlebih dahulu ditentukan sumber air yang akan digunakan. Ada berbagai jenis sumber air yang dapat digunakan, misalnya sumber air yang berasal dari sungai, waduk, sumur. Pemilihan sumber air yang digunakan sangat tergantung pada skala usaha tani yang akan dikembangkan. Untuk usaha tani skala besar dapat menggunakan air yang berasal dari sungai, waduk atau sumur dalam. Sedangkan untuk skala usaha tani kecil, seperti usaha rumah tangga dapat menggunakan air yang berasal dari sumur dangkal atau tangki.

Jika menggunakan sumber air yang berada dalam tangki terpasang sudah ada, maka pipa utama, atau lateral bisa langsung dihubungkan dengan sumber air. Namun jika menggunakan air sungai atau sumur rumah tangga, maka terlebih dahulu pompa harus dipasang.

Pemasangan Jaringan Pipa

Untuk menggunakan sistem irigasi sprinkler dapat menggunakan pipa paralon atau PVC diameter 1 inci atau 25 mm, atau menggunakan pipa galvanis atau baja. Pemasangan pipa-pipa ini dapat dilakukan dengan cara ditanam atau diletakkan di atas tanah mengikuti rancangan jaringan yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

Untuk penyambungan pipa-pipa PVC, misalnya karena kondisi lahan yang memiliki belokan, dapat menggunakan asesories pipa untuk penyambungan, seperti belokan (*elbow*), sambungan cabang tiga (*tee*), dan sambungan lurus.

Gambar 96. Penyambungan Pipa PVC dengan lem pipa

Penggunaan asesories untuk penyambungan pipa ini biasanya menggunakan lem pipa atau menggunakan asesoris yang memiliki ulir. Untuk pipa PVC, pada bagian ujung pipa dipasang penutup (*dop*) atau *end cap*, sedangkan pada pipa PE bagian ujung cukup dilipat dan dikat agar tidak terjadi kebocoran.

Gambar 97. Cara Penyambungan Pipa PVC dengan Ulir

Gambar 98. Penggunaan Penutup pada Ujung Pipa PVC

Pemasangan Sprinkler

Pemasangan sprinkler disesuaikan dengan desain yang ditetapkan. Untuk itu sebelum jaringan dipasang harus dipertimbangkan jenis tanaman apa yang akan ditanam. Karena sprinkler harus dipasang pada titik-titik tertentu sesuai dengan rancangan dan jangkauan siraman. Pemasangan sprinkler dilakukan dengan tahapan (1) membuat dudukan sprinkler pada lateral, (2) memasang riser, (3) memasang sprinkler pada riser.

Gambar 99. Pemasangan Sprinkler

Penyambungan jaringan ke sumber air

Jika jaringan sistem irigasi telah terpasang sesuai dengan rancangan, tahapan selanjutnya adalah menghubungkan jaringan dengan sumber air. Untuk sistem irigasi sprinkler yang menggunakan sumber air dari sumur atau sungai, hubungkan pipa utama dengan pompa. Adapun tahapan adalah sebagai berikut (1) Menempatkan pompa sesuai dengan lokasi pemasangan, (2) memasang pipa in put sesuai dengan letak atau posisi sumber air, (3) mamasang foot valve pada ujung bawah pipa in put, (4) Memasang pipa out put, (5) Memasang pipa utama, (6) Memasang katup aliran balik (*back flow device*) jika diperlukan, (7) Memasang filter (jika diperlukan untuk sumber air yang kualitasnya tidak terjamin), (8) Memasang pengatur tekanan (pressure regulator), jika

diperlukan, (9) Memasang lateral, (10) Memasang sprinkler, (11) Memasang penutup pada ujung pipa.

Pengoperasian Sistem Irigasi Sprinkler

Setelah jaringan dihubungkan dengan sumber air, dan dipastikan tidak ada lagi kekurangan, hidupkan pompa pada sumber air, jika menggunakan pompa hidupkan pompa. Cek semua jaringan sistem irigasi sprinkler, dan pastikan tidak ada kebocoran pada jaringan kecuali pada bagian sprinkler. Lalu kinerja siramannya sesuai dengan kapasitas. Jika ada kebocoran atau tidak sesuai dengan rancangan lakukan perbaikan, dan jika sudah sesuai dengan rancangan jaringan sistem irigasi sprinkler siap dipakai.

Perawatan Sistem Irigasi Sprinkler

Sistem irigasi sprinkler yang dipasang untuk mengairi tanaman harus berfungsi secara efisien sepanjang masa pertumbuhan tanaman dalam satu musim. Kesalahan yang terjadi pada masa titik kritis dalam suatu siklus produksi tanaman dapat menyebabkan terjadinya kehilangan hasil. Kegagalan sistem sering terjadi karena permasalahan pemeliharaan sistem jaringan irigasi yang tidak memadai, terutama jika sistem ini juga digunakan sebagai sarana pemupukan (*fertigation*) yang bertujuan untuk menyediakan unsur hara kepada tanaman di daerah perakaran tanaman. Pemeliharaan sistem jaringan irigasi sprinkler memerlukan banyak waktu dan pengetahuan karena hal ini akan menentukan keberhasilan.

Beberapa hal penting yang perlu dilakukan dalam perawatan sistem irigasi sprinkler, yaitu

Pengecekan Kualitas Air

Air yang digunakan untuk irigasi sprinkler dapat berasal berbagai sumber antara lain air sumur, kolam, sungai, danau. Air yang dipakai harus memiliki kualitas yang baik. Air sumur dan air yang berasal dari air minum biasanya bersih dan mungkin membutuhkan hanya saringan atau filter untuk menghilangkan partikel padat, akan tetapi bagimanapun bersihnya air tersebut secara fisik, perlu dilakukan analisis awal sebelum digunakan untuk sistem irigasi sprinkler, karena mungkin saja air tersebut mengandung bahan pencemar.

Analisis kualitas air ini akan mengidentifikasi bahan-bahan anorganik seperti pasir dan debu, bahan-bahan organik pada seperti alga, bakteri dan lumpur, bahan padat terlarut seperti besi, belerang dan zat kapur (*Calsium*), dan pH air. Pengujian air bisa dilakukan oleh di laboratorium. Untuk itu perlu dilakukan terlebih pengam-bilan contoh air yang kemudian dimasukkan ke dalam kemasan botol yang bersih.

Jika sumber air yang digunakan merupakan air untuk rumah tangga, analisis tetap diperlukan yang meliputi analisi hasil jumlah bakteri, kandungan nitrat, kadar garam, klorida, sodium, zat kapur.

Kandung asam belerang dapat diketahui bila air terasa bau seperti telur busuk. Jika dari hasil analisa menunjukkan adanya faktor-faktor yang berpotensi untuk menyebabkan terjadinya penyumbatan maka diperlukan tindakan esktra hati-hati. Jika kandungan bahan pencemar menunjukan kadarnya tinggi, maka hal ini tidak baik jika digunakan untuk sistem irigasi tetes, dan diperlukan perbaikan kualitas air (*water treatment*) terlebih dahulu sebelum digunakan.

Beberapa jenis air permukaan seperti sungai, kolam, danau atau kran rumah tangga mungkin saja mengandung bakteri, ganggang, atau mahluk hidup di air lainnya. Media penyaring pasir sangat diperlukan, walaupun media penyaring

pasir mahal jika dibandingkan dengan saringan biasa, karena media penyaring pasir ini memiliki kemampuan yang tinggi untuk menyaring bahan-bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air.

Penggunaan Bahan Kimia

Sangat disayangkan bahwa penyaringan saja tidak cukup untuk memecahkan persoalan tentang kualitas air. Penggunaan bahan-bahan kimia diperlukan untuk mengatasi alga (*ganggang*), kandungan besi dan bakteri, belerang, dan organisme penyakit. Bahan kimia dapat menyebabkan beberapa zat pengendap di air dan material lain mengendalikan daya larut atau terlarut dalam air.

Klorine adalah bahan kimia utama yang digunakan untuk membunuh mikrobial aktif, untuk menguraikan bahan organik dan mengoksidasi mineral terlarut yang menyebabkan mengendap dalam air. Perlakuan pengasaman digunakan untuk menurunkan pH untuk menjaga agar kelarutan mangan, besi, dan kalsium tetap tinggi agar tidak menyebabkan penyumbatan pada pipa atau emitter. Kalium permanganat juga digunakan mengoxidasi besi pada kondisi yang sama. Hal ini direkomendasikan digunakan pada tempat sistem penyaringan setelah perlakuan kimia untuk menghilangkan beberapa endapan dibentuk. Untuk melaksanakan pencegahan secara kimia diperlukan perlengkapan injeksi menurut kelas toksistas dari bahan kimia yang dicampurkan.

Penjernihan Air

Jika air yang digunakan untuk irigasi sprinkler tidak jernih, dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pada sistem irigasi sprinkler. Untuk itu perlu dilakukan penjernihan air yang biasa dilakukan dengan penambahan zat klorine ke sumber air. Klorin bertindak sebagai bahan pengoksidasi di dalam

air dan dengan tujuan utama menghilangkan bahan organik. Klor bebas yang ada juga akan bereaksi secara kuat dengan bahan-bahan yang dapat teroksidasi seperti besi, mangan dan asam belerang (H_2S). Agar efektif, sisa klor aktif dalam jumlah ppm dari klorin yang tersedia harus dapat terukur pada ujung pipa lateral dari sistem irigasi sprinkler.

Perawatan Filter

Baik filter penyaring biasa ataupun media penyaring media dalam sistem irigasi sprinkler harus selalu di cek selama atau sesudah masa penggunaan dan harus dalam keadaan bersih. Penyumbatan saringan dapat dibersihkan dengan meng-gunakan kuas rambut kaku atau dengan menyemprotkan air. Untuk membersih-kan saringan media pasir harus dibilas dengan air dengan menggunakan tekanan. Jika kondisi filter sudah tidak dapat berfungsi, ganti dengan yang baru.

Perawatan Jaringan Sistem Irigasi Sprinkler

Jaringan sistem irigasi sprinkler yang baik, akan menjamin pasokan air pada tanaman akan terpenuhi, oleh sebab itu diperlukan perawatan. Cek jaringan pipa sistem irigasi untuk mengecek bocoran, dan perhatikan besarnya daerah jang-kauan siraman pada lahan pertanaman, hal ini dapat menunjukkan ada tidaknya kebocoran pada jaringan atau rusaknya sprinkler. Juga perlu dilakukan pembilasan pipa lateral dan pipa pembagi, secara berkala untuk menghilangkan endapan yang dapat menyebabkan penyumbatan nozel. Pembilasan ini dapat dirancang secara otomatis, namun masih diperlukan pekerjaan pengecekan secara manual.

Pengecekan jaringan sistem irgasi sprinkler, diawali dengan pengecekan perfor-mansi kerja sprinklernya, jika pada jaringan pipa tidak terlihat adanya

kerusakan. Namun jika kerusakan sudah terlihat pada jaringan pipanya, maka lakukan analisa tingkat kerusakan. Jika bisa diperbaiki, lakukan perbaikan, tapi jika kerusakannya berat ganti saja.

Dalam kasus dimana tidak terlihat kerusakan pada sistem jaringan, namun performansi kerja alat aplikasi penetesnya tidak maksimal setelah diperbaiki atau diganti, maka bisa dipastikan terjadi kerusakan pada jaringan pipa, dengan kemungkinan ada kebocoran atau penyumbatan. Jika yang terjadi kebocoran, maka perbaiki atau diganti sesuai dengan tingkat kerusakannya, sedangkan jika terjadi penyumbatan, maka perlu dilakukan pembilasan balik (*flushing*). Jika hal ini tidak membantu, misalnya karena penyumbatan telah berlangsung lama, maka perlu penggunaan bahan kimia. Tapi semua ini harus mempertimbangkan aspek ekonomis dan ketersediaan bahan, jika biaya penggunaan bahan kimia lebih tinggi dari pada penggantian pipa yang tersumbat, maka ganti saja pipa dengan yang baru. Pengecekan jaringan sistem irigasi sprinkler harus dilakukan secara periodik dan terus menerus.

Perawatan Sprinkler

Masalah yang paling sering terjadi pada sistem irigasi sprinkler adalah komponen sprinklernya. Gangguan tersebut biasanya tersumbatnya bagian nozel, hal ini disebabkan karena kondisi air yang tidak baik. Untuk pengecekan nozel yang perlu diperhatikan adalah performansi kerjanya, terutama daya tetesnya jika tidak sesuai dengan desain yang diinginkan. Jika hal ini terjadi maka lakukanlah hal-hal berikut, (1) Lepaskan sprinkler dari riser, (2) Bersihkan kotoran yang ada pada nozel sprinkler, (3) Pasang kembali sprinkler pada riser, (4) Hidupkan jaringan dan cek kembali performasi sprinkler, jika performansinya tidak maksimal ganti.

3. Tugas

Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan pembelajaran 10 tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler. Amati Sistem Irigasi Sprinkler yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik 1

Menganalisis Sistem Irigasi Sprinkler

Pendahuluan

Sistem irigasi sprinkler merupakan cara pemberian air yang modern, karena dengan sistem irigasi ini pemberian air tidak lagi menggunakan cara manual. digunakan.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis performansi kerja jaringan sistem irigasi sprinkler, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan dengan sistem irigasi sprinkler
- Lahan pertanaman atau green house
- Sumber air
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Mengamati Sistem Irigasi Sprinkler

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Amati sistem irigasi sprinkler yang ada.
3. Amati tentang bagaimana sistem irigasi sprinkler tersebut bekerja.
4. Amati komponen-komponen sistem irigasi sprinkler yang ada.
5. Amati bagaimana sistem irigasi ini memperoleh air, sistem pemberian airnya, kapasitasnya dan lain-lain.
6. Hidupkan sistem irigasi sprinkler, dan amati bagaimana performansi atau kinerja sistem irigasi sprinkler.
7. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasi di depan kelas.

Lembar Kerja Praktik 2

Merencanakan dan Membuat Sistem Irigasi Sprinkler

Pendahuluan

Sistem irigasi sprinkler merupakan cara pemberian air yang modern, karena dengan sistem irigasi ini pemberian air tidak lagi menggunakan cara manual, tetapi menggunakan jaringan yang aplikasi airnya dilakukan melalui sprinkler.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu merencanakan dan memasang jaringan irigasi sprinkler, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan pertanaman atau green house
- Sumber air
- Meteran
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Merencanakan Sistem Irigasi Sprinkler

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Pastikan sumber air yang akan digunakan untuk memasang sistem irigasi sprinkler, dan ukur kapasitas debitnya.
3. Amati lahan atau green house yang akan dipasang sistem irigasi sprinklernya.
4. Ukur lahan atau green house yang akan dipasang sistem irigasi sprinkler.
5. Buat gambar jaringan atau lay out sistem irigasi sprinkler.
6. Hitung kebutuhan alat dan bahan yang akan dipakai dalam kegiatan pembuatan sistem jaringan irigasi sprinkler.
7. Buat laporan kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan system irgasi sprinkler.
8. Presentasikan kepada guru Anda untuk mendapat persetujuan.

Lembar Kerja Praktik 3

Membuat Sistem Irigasi Sprinkler

Pendahuluan

Sistem irigasi sprinkler harus dirancang dan dibuat sendiri oleh Anda jika akan mengairi tanaman dengan cara tersebut. Untuk membuat atau memasang sistem irigasi sprinkler, harus disesuaikan dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu memasang jaringan sistem irigasi sprinkler, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan pertanaman atau green house.
- Sumber air.
- Meteran.
- Bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
- Buku catatan.

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Membuat atau Memasang Sistem Irigasi Sprinkler

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Pastikan sumber air yang akan digunakan untuk memasang sistem irigasi sprinkler, dan ukur kapasitas debitnya.
3. Amati lahan atau green house yang akan dipasang sistem irigasi sprinklernya, lakukan orientasi untuk memastikan pemasangan system irigasi sprinkler yang sudah direncanakan.
4. Pasang pompa irigasi yang akan digunakan sebagai sumber penggerak aliran air pada system irigasi sprinkler yang akan dipasang.
5. Pasang jaringan pipa sistem irigasi sprinkler (pipa utama, lateral dan riser) sesuai dengan gambar rencana, demikian juga dengan sprinkler dan pastikan dalam kondisi terpasang yang baik.
6. Hubungkan jaringan pipa dengan pompa, dan pastikan terpasang dengan baik.
7. Hidupkan pompa, buka kran ke sistem jaringan irigasi sprinkler.

8. Biarkan beberapa saat, dan periksa apakah jaringan bekerja dengan baik atau tidak. Jika masih terdapat kebocoran atau kinerja jaringan tidak sesuai dengan perencanaan, parbaiki.
9. Hitung efisien kerja system jaringan irigasi sprinkler.
10. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasikan didepan kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
   ....
c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....
   ....

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi sprinkler, jelaskan!
b. Mengapa system irigasi sprinkler saat ini banyak dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman ?
c. Jelaskan kelebihan sistem irigasi sprinkler dibandingkan dengan sistem irigasi biasa atau sistem irigasi permukaan?
d. Jelaskan kelemahan sistem irigasi sprinkler dibandingkan dengan sistem irigasi biasa atau sistem irigasi permukaan?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Sistem irigasi sprinkler adalah suatu sistem irigasi atau pemberian air dengan menggunakan sprinkler sebagai alat pencurahnya. Dengan sistem irigasi sprinkler air diberikan dengan cara menyemprotkan air bertekanan melalui lubang kecil atau nozzle, sehingga bentuknya seperti curah hujan. Tekanan biasanya diperoleh dengan pemompaan.
b. Sistem irigasi sprinkler sekarang banyak dimanfaatkan orang karena dapat meningkatan produksi tanaman, menghemat air dan tenaga kerja, memaksimalkan efisiensi penggunaan air.
c. Kelebihan sistem irigasi sprinkler bila dibanding dengan irigasi konvensional atau irigasi permukaan antara lain (1) sesuai untuk daerah dengan keadaan topografi yang kurang teratur dan solum tanah yang relatif dangkal, (2) tidak memerlukan jaringan saluran terbuka sehingga secara langsung tidak akan mengurangi luas lahan produktif, serta terhindar dari masalah gulma air, (3) cocok untuk lahan pertanian dengan jenis tanah bertekstur pasir tanpa menimbulkan masalah kehilangan air yang berlebihan melalui proses perkolasi, (4) sesuai untuk daerah dengan persediaan sumber air yang terbatas, (5) sesuai untuk lahan berlereng tanpa menimbulkan masalah erosi yang dapat mengurangi tingkat kesuburan tanah, (6) dapat dipergunakan untuk keperluan lain selain

memenuhi kebutuhan air tanaman, antara lain untuk pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit tanaman, (7) dapat menghemat pemakaian air, karena pemberian air langsung di daerah perakaran tanaman, dan umumnya efisiensi penggunaan air lebih tinggi dibandingkan dengan irigasi konvensional, yaitu dengan tingkat efisiensi > 85%, (8) meningkatkan hasil produksi tanaman, (9) tidak mengganggu operasi alat dan mesin pertanian.

- Kelemahan sistem irigasi sprinkler antara lain (1) memerlukan biaya investasi dan biaya operasional yang cukup tinggi, (2) membutuhkan tenaga pelaksana operator yang terampil, (3) memerlukan rancangan dan tata letak yang cukup teliti untuk memperoleh tingkat efisiensi yang tinggi, (4) Efisiensi pemberian air sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin, (5) beberapa jenis tanaman, terutama yang sensitif akan mengalami kerusakan pada daun karena terjadi penumpukkan kadar garam pada daun bila pemberian pupuk dibarengi dengan irigasi, terutama setelah airnya menguap, (6) Beberapa jenis tanaman yang sangat sensitif akan terkena serangan penyakit akibat jamur yang terjadi pada daun, dan buah, (7) Jatuhnya butir-butir air pada tanah yang kosong atau bera (*bare soil*) akan menyebabkan butir-butir tanah hancur dan akibatnya terjadi penyumbatan pori tanah (*surface sealing*) atau pengerasan (*crusting*), (8) membutuhkan tingkat pemeliharaan tinggi, teliti dan terus menerus sehingga menyebabkan pembiayaan tinggi, (9) membutuhkan tekanan yang tinggi untuk mengoperasikan jaringan, (10) membutuhkan ketersediaan suku cadang yang cukup agar tidak menghambat, jika terjadi kerusakan pada saat digunakan, (11) bila terjadi gangguan pada sistem jaringan akan menyebabkan perubahan efisiensi kerja jaringan secara totalitas.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 10 tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Sprinkler, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ……………………………………………………..

Kelas : ……………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : …………………………………………………….

Materi Pokok : ……………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan system irigasi set system!	Sistem irigasi sprinkler set sistem adalah sistem irigasi sprinkler dimana sprinkler memiliki posisi yang tetap, yang terpasang di lapangan dan tidak dapat dipindahkan.	10
2.	Apa yang dimaksud dengan system irigasi kontinu ?	Sistem irigasi sprinkler kontinu yaitu sistem irigasi dimana sprinkler dapat dipindahkan.	10
3.	Apa yang dimaksud dengan system irigasi sprinkler farm system ?	Sistem irigasi sprinkler farm sistem yaitu sistem irigasi sprinkler yang dirancang untuk suatu luas lahan dan merupakan satu-satunya fasilitas pemberian air irigasi.	10
4.	Apa yang dimaksud dengan system irigasi sprinkler field sistem ?	Sistem sprinkler field sistem adalah sistem irigasi sprinkler yang dirancang	10

		untuk dipasang di beberapa lahan pertanian dan dipergunakan untuk pemberian air pendahuluan pada lokasi persemaian	
5.	Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi sprinkler ber-pindah secara manual ?	Sistem irigasi sprinkler berpindah secara manual adalah sistem irigasi sprinkler yang cara perpindahan setelah selesai menyirami tanaman dipindahkan dengan cara manual.	10
6.	Jelaskan komponen-komponen sistem irigasi sprinkler !	Komponen-komponen sistem irigasi sprinkler adalah (1) sumber air, (2) pompa dengan tenaga penggerak sebagai sumber tekanan, (3) pipa utama, (4) pipa lateral, (5) pipa tegak dan (6) kepala sprinkler.	10
7.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan impact sprinkler !	Impact sprinkler adalah jenis sprinkler yang memanfaatkan tumbukan dari semburan air sebagai gaya untuk memutar atau merubah arah sprinkler.	10
8.	Jelaskan kriteria utama untuk pemilihan jenis sprinkler dalam sistem irigasi sprinkler!	Kriteria utama untuk pemilihan jenis sprinkler yang dipakai dalam sistem irigasi sprinkler adalah (1) laju penyiraman, (2) keseragaman pemakaian air, (3) ukuran butiran air sebagai fungsi dari diameter nozzle dan (4) tekanan kerja, (4) biaya.	10
9.	Jelaskan kriteria kurva karakteristik pompa yang biasa dipergunakan !	Kurva karakteristik suatu pompa yang biasa dipakai (1) kemampuan menaikkan air	10

		atau head, (2) besarnya debit, (3) efisiensi pompa, (4) jumlah putaran per menit, dan (5) besarnya tenaga.	
10.	Jelaskan jenis –jenis efisiensi pada sistem irigasi sprinkler!	Jenis-jenis efisiensi pada system irigasi sprinkler adalah (a) efisiensi penyaluran, (b) efisiensi pemberian, (c) efisiensi distri-busi, (d) efisiensi penyimpanan dan (e) efisiensi penggunaan air.	10
		Skor Total	100

Kegiatan Pembelajaran 11. Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 11 tentang Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes berisikan 7 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengertian Sistem Irigasi Tetes, (2) Kelebihan dan Kekurangan Sistem irigasi tetes, (3) Komponen-komponen Sistem Irigasi tetes, (4) Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi tetes, (5) Pengoperasian Sistem Irigasi tetes, (6) Perawatan Sistem Irigasi tetes, (7) Efisiensi Sistem irigasi Tetes.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 11 tentang Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes, diharapkan Anda dapat:

a. Menganalisis Pengertian Sistem Irigasi Tetes.
b. Menganalisis Kelebihan dan Kekurangan Sistem Irigasi Tetes.
c. Menganalisis Komponen-komponen Sistem Irigasi Tetes.
d. Menganalisis Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes.
e. Menganalisis Pengoperasian Sistem Irigasi Tetes.
f. Menganalisis Perawatan Sistem Irigasi Tetes.
g. Menganalisis Efisiensi Sistem Irigasi Tetes

2. Uraian Materi

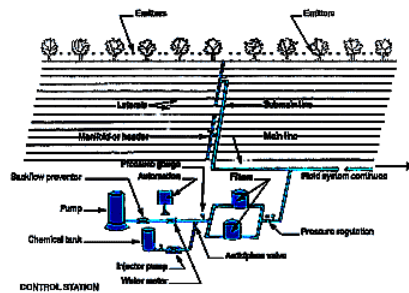
Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes

Pengertian Sistem Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes adalah teknik pemberian air dengan kecepatan yang rendah dan bersifat lokal. Arti secara harfiah adalah tetes demi tetes atau irigasi yang diberikan pada suatu titik atau tempat tertentu atau suatu area berbentuk kisi di permukaan tanah. Selama laju pemberian air masih berada di bawah laju infiltrasi air ke bawah tanah, air dapat masuk ke dalam tanah dan kondisi tanah dalam keadaan tak jenuh dan tidak ada air berlebihan atau mengalir di atas permukaan tanah.

Dengan sistem irigasi tetes, air dialirkan ke titik (tempat tanaman) melalui tabung plastik yang umumnya tahan terhadap pelapukan, karena terbuat dari bahan *polietilen* hitam atau *Poly Vinil Chlorida* (PVC). Pipa–pipa *lateral* mendapat suplai air dari pipa utama, yang terletak di permukaan tanah. Pipa-pipa lateral biasanya berdiameter 10 – 25 mm dengan salah satu bagian dilubangi atau dipasang penates (*emitter*). Hal ini bertujuan agar meneteskan air ke permukaan tanah pada kecepatan yang dapat diatur, yaitu berkisar antara 1 sampai 10 liter per jam untuk setiap penetes.

Biasanya tekanan yang dibutuhkan untuk beroperasinya sistem irigasi tetes adalah sekitar 0.5 sampai 2.5 atmosfer. Tekanan ini akan menyebabkan terjadinya pergesekan dalam aliran melalui dinding pipa atau di lubang penetes, sehingga air akan memancar dalam bentuk butiran halus.

Sistem irigasi tetes cocok untuk semua tanaman yang ditanam dalam barisan seperti tanaman sayuran, buah-buahan, perkebunan kapas dan lain-lain.

Gambar 100. Jaringan irigasi tetes modern

Gambar 101. Jaringan irigasi tetes sederhana

Sistem irigasi tetes memiliki keseragaman siraman yang baik. Akan tetapi sistem ini perlu diganti setiap tahun, jika ditangani dengan hati-hati mungkin dapat dipakai lebih dari tiga tahun. Pemberian air pada irigasi tetes dilakukan dengan menggunakan alat aplikasi yang dapat memberikan air dengan debit yang rendah dan frekuensi yang tinggi dan hampir terus menerus di sekitar perakaran tanaman.

Gambar 102. Penggunaan Irigasi Tetes pada perkebunan kapas

Tekanan air yang masuk ke alat aplikasi penates biasanya sekitar 1.0 bar dan dikeluarkan dengan tekanan mendekati nol untuk mendapatkan tetesan yang terus menerus dan debit yang rendah. Sehingga irigasi tetes digolongkan sebagai irigasi bertekanan rendah. Dengan sistem irigasi tetes, tingkat kelembaban tanah dapat dipertahankan pada tingkat yang optimum sesuai dengan kebutuhan tanaman. Sistem irigasi tetes sering didesain untuk dioperasikan secara harian, minimal 12 jam per hari.

Kelebihan Dan Kekurangan Sistem Irigasi Tetes

Saat ini sistem irigasi tetes di Indonesia sudah mulai banyak dimanfaatkan, terutama pada kegiatan usaha tani komersial dengan jenis tanaman bernilai ekonomis tinggi, seperti kebun pembibitan, bunga-bungaan. Selain itu juga, sistem irigasi tetes ini juga banyak dimanfaatkan pada daerah dengan air tersedia sangat terbatas atau sangat mahal dan tanah berpasir yang tidak cocok jika menggunakan sistem irigasi konvensional.

Sistem irigasi tetes mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sistem irigasi lainnya, yaitu:

- Meningkatkan nilai guna air. Umumnya air yang digunakan pada sistem irigasi tetes lebih sedikit dibandingkan dengan sistem irigasi lainnya. Penghematan air dapat terjadi karena pemberian air yang bersifat lokal dan jumlahnya sedikit sehingga akan menekan evaporasi, aliran permukaan dan perkolasi. Transpirasi dari gulma juga diperkecil karena daerah yang dibasahi hanya terbatas disekitar tanaman.
- Meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil. Fluktuasi kelembaban tanah yang tinggi dapat dihindari dengan irigasi tetes dan kelembaban tanah dapat dipertahankan pada tingkat yang optimal bagi pertumbuhan tanaman.
- Meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemberian air dan pupuk. Pemberian pupuk atau bahan kimia pada metode ini dicampur dengan air irigasi, sehingga pupuk atau bahan kimia yang digunakan menjadi lebih sedikit, frekuensi pemberian lebih tinggi dan distribusinya hanya di sekitar daerah perakaran.
- Menekan resiko penumpukan garam. Pemberian air yang terus menerus akan melarutkan dan menjauhkan garam dari daerah perakaran.
- Menekan pertumbuhan gulma. Pemberian air pada sistem irigasi tetes hanya terbatas di daerah sekitar tanaman, sehingga pertumbuhan gulma dapat ditekan.
- Menghemat tenaga kerja. Sistem irigasi tetes dapat dengan mudah dioperasikan secara otomatis, sehingga tenaga kerja yang diperlukan menjadi lebih sedikit. Penghematan tenaga kerja pada pekerjaan pemupukan, pemberantasan hama dan penyiangan juga dapat dikurangi.

Sedangkan kelemahan atau kekurangan dari sistem irigasi tetes adalah sebagai berikut:

- Memerlukan perawatan yang intensif. Penyumbatan pada penetes merupakan masalah yang sering terjadi pada sistem irigasi tetes, karena

akan mempengaruhi debit dan keseragaman pemberian air. Untuk itu diperlukan perawatan yang intesif pada jaringan sistem irigasi tetes agar resiko penyumbatan dapat diperkecil.

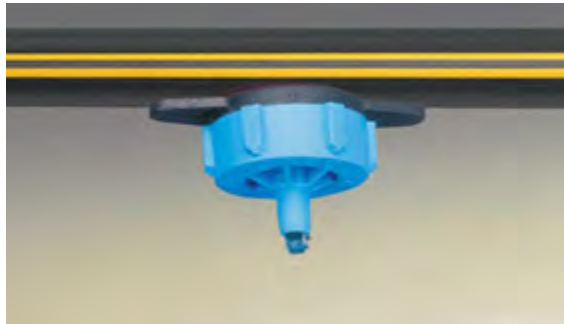
- Penumpukan garam. Bila air yang digunakan mengandung garam yang tinggi dan pada derah yang kering, resiko penumpukan garam menjadi tinggi.
- Membatasi pertumbuhan tanaman. Pemberian air yang terbatas pada sistem irigasi tetes menimbulkan resiko kekurangan air bila perhitungan kebutuhan air kurang cermat.
- Keterbatasan biaya dan teknik. Sistem irigasi tetes memerlukan investasi yang tinggi dalam pembuatannya. Selain itu, diperlukan teknik yang tinggi untuk merancang, mengoperasikan dan memeliharanya.

Metoda Pemberian Air Pada Sistem Irigasi Tetes

Metode pemberian air pada sistem irigasi tetes dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Irigasi tetes (*drip irrigation*). Pada metoda ini, air irigasi diberikan dalam bentuk tetesan yang hampir terus menerus di permukaan tanah sekitar daerah perakaran dengan menggunakan penetes. Debit pemberian sangat rendah, biasanya kurang dari 12 liter/jam untuk *point source emitter* atau kurang dari 12 liter/jam per meter untuk *line source emitter*.
- Metode irigasi bawah permukaan (*sub-surface irrigation*). Pada metoda ini air irigasi diberikan menggunakan penetes di bawah permukaan tanah. Debit pemberian pada metoda irigasi ini sama dengan yang dilakukan pada irigasi tetes.
- Metode *bubler irrigation*. Pada metoda ini air irigasi diberikan ke permukaan tanah seperti aliran kecil menggunakan pipa kecil dengan debit sampai dengan 225 liter/jam. Untuk mengontrol aliran permukaan dan erosi, seringkali dikombinasikan dengan cara penggenangan dan alur.

- Metode irigasi percik (*spray irrigation*). Pada metoda ini, air irigasi diberikan dengan menggunakan penyemprot kecil (*micro sprinkler*) ke permukaan tanah. Debit pemberian irigasi percik sampai dengan 115 liter/jam. Pada metoda ini, kehilangan air karena evaporasi lebih besar dibandingkan dengan metoda irigasi tetes lainnya.

Irigasi tetes juga dapat dibedakan berdasarkan jenis tetesan airnya menjadi 3 jenis yaitu, (1) air merembes sepanjang pipa lateral (*viaflo*), (2) air menetes atau memancar melalui alat aplikasi yang di pasang pada pipa lateral, (3) air menetes atau memancar melalui lubang-lubang pada pipa lateral.

Gambar 103. Penetes

Jenis-jenis emiter yang dijual secara komersial adalah jenis (1) in line yaitu jenis emitter yang menyambung ke pipa lateral, atau (2) on line yaitu emitter yang terpasang ke pipa tabung melalui suatu lubang ke dinding pipa. Emiter yang dijual secara komersial biasanya telah dikalibrasi dengan debit konstan 2, 4 atau 8 liter per jam. Besarnya debit sangat dipengaruhi oleh perubahan tekanan, tekanan berkurang dalam hal dekat dengan emitter. Frekuensi dan lamanya waktu pemberian air (priode) ditentukan oleh katup yang dioperasikan secara manual maupun yang diprogram secara otomatis. Katup pengatur meteran dirancang untuk menutup aliran secara otomatis setelah volume air yang diberikan di set terlebih dahulu.

Komponen-komponen Sistem Irigasi tetes

Komponen-komponen sistem irigasi tetes umumnya terdiri dari unit utama, pipa utama, pipa pembagi, pipa lateral, alat aplikasi dan sistem pengontrol.

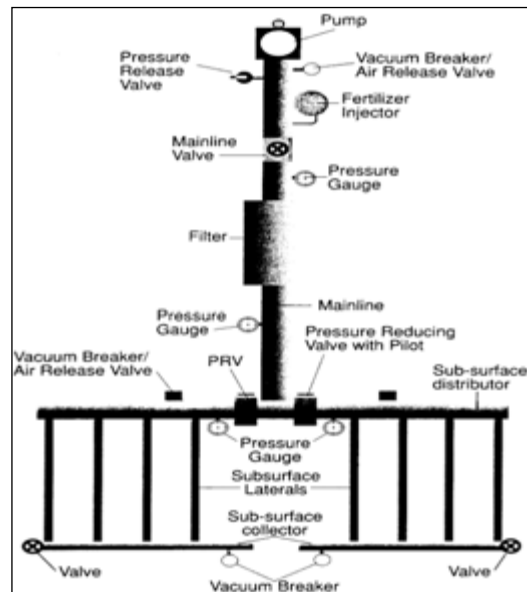
Unit utama

Unit utama terdiri dari pompa, tangki injeksi, saringan utama (filter) dan komponen pengendali (pengukur tekanan, debit dan katup).

Pipa utama

Pipa utama umumnya terbuat dari pipa *polyvinylchlorida* (PVC), *galvanized steel* atau besi cor dan berdiameter antara 7.5 – 25 cm. Pipa utama dapat dipasang di atas atau di bawah permukaan tanah.

Pipa pembagi

Pipa pembagi dilengkapi dengan filter kedua yang lebih halus dengan ukuran saringan 80-100 µm, katup selenoid, regulator tekanan, pengukur tekanan dan katup pembuang. Pipa sub-utama terbuat dari pipa PVC atau pipa *high density polyethylene* (HDPE) dan berdiameter antara 50 – 75 mm.

Gambar 104. Skema komponen sistem irigasi tetes

Pipa Lateral

Pipa lateral merupakan pipa tempat dipasangnya alat aplikasi penetes, umumnya dari pipa *polyethylene* (PE), berdiameter 8 – 20 mm dan dilengkapi dengan katup pembuang.

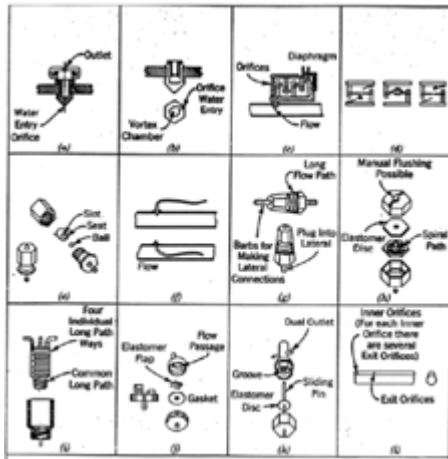
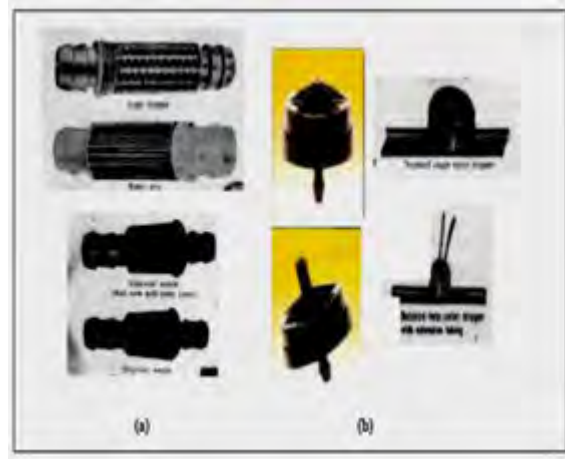
Alat aplikasi

Alat aplikasi sistem irigasi tetes terdiri dari penetes, pipa kecil dan penyemprot kecil yang dipasang pada pipa lateral. Alat aplikasi terbuat dari berbagai bahan seperti PVC, PE, keramik, kuningan dan sebagainya. Alat aplikasi yang baik harus mempunyai karakteristik :

- Debit yang rendah dan konstan
- Toleransi yang tinggi terhadap tekanan operasi
- Tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu
- Umur pemakaian cukup lama

Tipe emitter yang utama antara lain adalah *long path*, *short orifice*, *vortex*, *pressure compensating* dan *porous pipe*. Berdasarkan pemasangan di pipa lateral, penetes dapat dibedakan menjadi, (a) *in line emitter*, yaitu emitter dipasang pada lubang yang dibuat di pipa lateral, (b) *on line emitter* adalah jenis penetes yang di pasang pada pipa lateral dengan cara memotong pipa lateral.

Emitter juga dapat dibedakan berdasarkan jarak spasi atau debitnya, yaitu:

- *Point source emitter* yaitu jenis penetes yang di pasang dengan spasi yang renggang dan mempunyai debit yang relatif besar. Point source emitter dapat dipasang dengan pengeluaran (*outlet*) tunggal, ganda maupun multi.

Gambar 105. Jenis-jenis penetes

Gambar 106. In line emitter (a) dan on line emitter (b)

- *Line source emitter* adalah jenis penetes yang dipasang dengan spasi yang lebih rapat dan mempunyai debit yang kecil. Pipa porous dan pipa berlubang juga dimasukkan pada katagori ini.

Penetes dengan berpengeluaran tunggal dapat untuk mengairi areal yang sempit atau dipasang di sekitar tanaman yang lebih besar, sedangkan penates berpengeluaran ganda umumnya digunakan untuk tanaman perdu dan penates berpengeluaran multi untuk tanaman buah-buahan. Tanaman dalam baris seperti sayuran lebih sesuai menggunakan *line source emitter*.

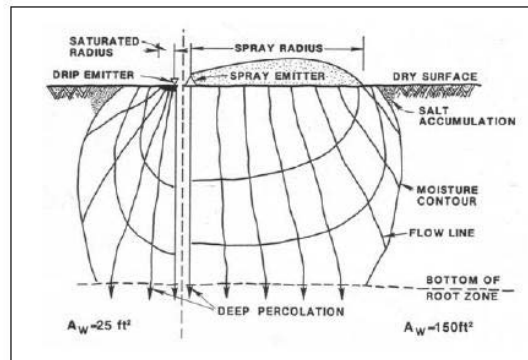
Perancangan dan Pembuatan Sistem Irigasi tetes

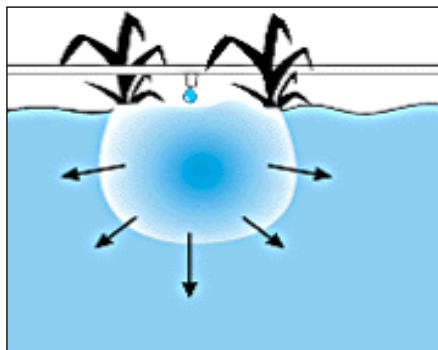
Kebutuhan Air pada Sistem Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes umumnya dirancang desain dan dioperasikan untuk memberikan air irigasi dengan debit yang rendah dan sering diberikan serta membasahi hanya sebagian dari permukaan tanah.

Pergerakan air arah horizontal pada sistem irigasi tetes sangat terbatas. Pada tanah berpasir, walaupun pergerakan arah vertikal masih terus berlangsung,

pergerakan air arah horizontal akan mencapai suatu jarak maksimum tertentu. Umumnya daerah yang terbasahkan menyerupai bola lampu (*bulb*) dan areal terbasahkan dari sistem irigasi tetes dengan volume tertentu tetapi diberikan dengan debit pemberian yang berbeda adalah hampir serupa.

Luas daerah dibasahi oleh sebuah penetes sepanjang bidang horizontal pada kedalaman 30 cm dari permukaan tanah disebut luasan terbasahkan (*wetted area, Aw*). Nilai Aw tergantung pada laju dan volume pemberian air, textur tanah, struktur tanah, kemiringan lahan dan lapisan-lapisan tanah.

Gambar 107. Profil tanah terbasahkan

Pada irigasi tetes, evaporasi ditekan sekecil mungkin, sehingga secara praktis kebutuhan air tanaman hanya berupa transpirasi.

Gambar 108. Pola distribusi air pada daerah basah emitter

Debit Penetes

Besarnya debit yang keluar dari lubang penetes pada sistem irigasi tetes dapat dihitung dengan persamaan:

$$q = 3.6 * A * C_0 * (2gH)^{0.5}$$

dimana

q	=	debit emitter (liter/jam)
A	=	luas penampang orifice (mm^2),
Co	=	koefisien orifice (0.6),
H	=	tekanan (m) dan
g	=	percepatan gravitasi, 9.81 m/det^2

Penetes yang baik haruslah menghasilkan debit yang sama pada tekanan kerja yang sama, akan tetapi setiap emitter tidak dapat dibuat persis sama.

Pipa Lateral

Pipa lateral mengalirkan air dari pipa utama ke pipa pembagi dan alat aplikasi penetes. Pipa lateral didesain untuk dapat memberikan variasi debit dari alat aplikasi sepanjang pipa pada tingkat yang dapat diterima. Faktor utama yang menyebabkan variasi debit dari alat aplikasi sepanjang pipa lateral adalah perbedaan tekanan operasi sepanjang pipa karena gesekan dan perbedaan elevasi. Umumnya pipa lateral mempunyai diameter yang tetap. Penggunaan beberapa diameter pipa yang semakin mengecil ke arah ujung lateral, dapat menekan biaya investasi, akan tetapi penggunaan lebih dari 2 diameter pipa menjadi tidak praktis.

Banyak sistem irigasi tetes mempunyai sepasang pipa lateral yang memanjang kearah yang berlawanan dari pipa pembagi. Pada lahan dengan kemiringan searah pipa lateral < 3 %, kedua pipa lateral dapat mempunyai panjang yang

sama, karena tekanan operasi dikedua ujung pipa lateral relatif sama. Pada lahan dengan kemiringan searah pipa lateral yang besar, pipa lateral menaik akan lebih pendek dari pada pipa lateral menurun.

Pipa Pembagi

Pipa pembagi juga merupakan pipa dengan pengeluaran banyak seperti pipa lateral. Pipa pembagi dapat terdiri dari satu, dua, tiga atau empat ukuran pipa. Penggunaan beberapa ukuran pipa dilakukan untuk menekan biaya investasi dan mengendalikan variasi tekanan. Kecepatan aliran di pipa pembagi dibatasi sampai sekitar 2 m/detik. Pipa pembagi dapat dipasang kedua arah dengan pipa pembagi ganda atau hanya ke satu arah pipa pembagi tunggal dari pipa utama.

Pipa Utama

Pada sistem irigasi tetes, umumnya pengendalian debit dan tekanan dilakukan di pemasukan pipa pembagi. Karena itu, kehilangan tekanan di pipa utama tidak akan mempengaruhi keseragaman dari sistem, terutama sistem irigasi tetes yang sederhana dengan satu atau dua sub unit. Penentuan pipa utama berdasarkan pertimbangan ekonomi saja, baik biaya untuk memberi tekanan pada aliran air maupun biaya untuk investasi pipa.

Desain Irigasi Tetes

Desain suatu sistem irigasi tetes adalah merupakan integrasi dari komponen-komponennya yaitu penetes, katup, filter, pipa dan lain-lain menjadi satu susunan sistem, yang mampu memasok air kepada tanaman sesuai dengan kebutuhan, pada kondisi tanah, air dan peralatan yang terbatas.

Beberapa faktor ekonomi seperti kesesuaian, investasi awal, tenaga kerja, menjadi kendala bagi desain. Data yang diperlukan untuk desain sistem irigasi

tetes meliputi data sumber air, kualitas air, kondisi lahan, data tanah dan tanaman serta data penetes. Untuk mendapatkan desain hidrolika dari jaringan, dilakukan serangkaian perhitungan seperti penentuan spasi penetes, debit rata-rata penetes, tekanan rata-rata, variasi tekanan yang diijinkan dan lama operasi. Perhitungan tersebut seringkali dilakukan secara coba-coba dan hasilnya dicatat.

Tekanan Dinamik Total

Tekanan dinamik total merupakan tekanan pada titik pemasukan sistem dan merupakan total tekanan yang dibutuhkan untuk:

- Mengangkat air.
- Kehilangan tekanan pada sistem pemasok.
- Kehilangan tekanan untuk pengendalian sistem (filter, pengukur debit, injektor, dan lain-lain).
- Tekanan yang dibutuhkan pada pemasukan pipa pembagi.
- Tekanan yang dibutuhkan untuk mengatasi gesekan dan perbedaan elevasi antara unit utama dengan pipa pembagi.
- Kehilangan tekanan di sub unit (filter, regulator tekanan, dan lain-lain).
- Faktor keamanan kehilangan tekanan karena gesekan, umumnya sebesar 10% dari total kehilangan tekanan.
- Tekanan yang dibutuhkan untuk mengatasi penurunan kualitas penates.

Pengoperasian Sistem Irigasi tetes

Penetapan Sumber Air

Sebelum sistem irigasi tetes dipasang, maka terlebih dahulu ditentukan sumber air yang akan digunakan. Ada berbagai jenis sumber air yang dapat digunakan, misalnya sumber air yang berasal dari sungai, waduk, sumur atau

keran. Pemilihan sumber air yang digunakan sangat tergantung pada skala usaha tani yang akan dikembangkan. Untuk usaha tani skala besar dapat menggunakan air yang berasal dari sungai, waduk atau sumur dalam. Sedangkan untuk skala usaha tani kecil, seperti usaha rumah tangga dapat menggunakan air yang berasal dari sumur dangkal, kran air, drum atau tangki.

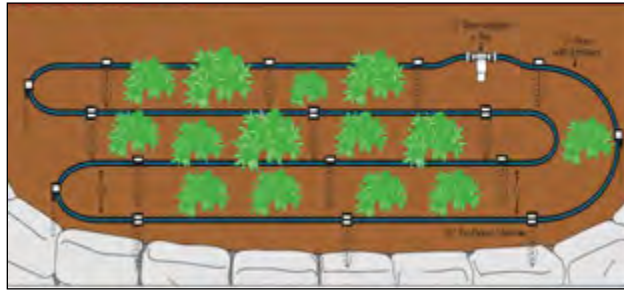
Jika menggunakan keran atau sumber air yang berada dalam tangki terpasang sudah ada, maka pipa utama, atau lateral bisa langsung dihubungkan dengan sumber air. Namun jika menggunakan air sungai atau sumur rumah tangga, maka terlebih dahulu pompa harus dipasang.

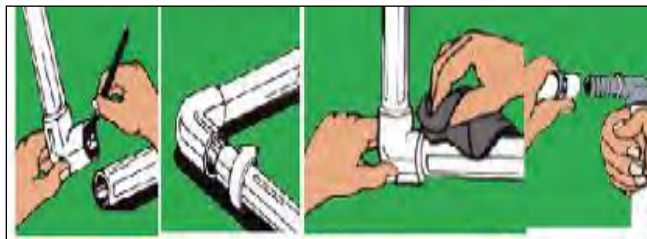
Pemasangan Jaringan Pipa

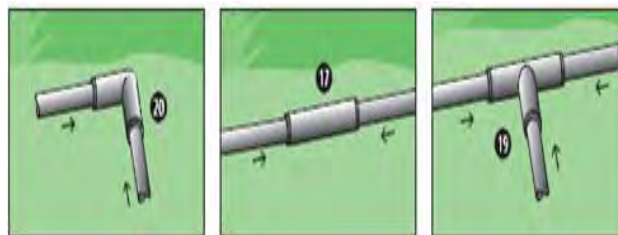
Untuk menggunakan sistem irigasi tetes dapat menggunakan pipa paralon atau PVC diameter 1 inci atau 25 mm, atau menggunakan pipa selang yang berasal dari PE yang lebih flesibel. Pemasangan pipa-pipa ini dapat dilakukan dengan cara ditanam atau diletakkan di atas tanah mengikuti rancangan jaringan yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

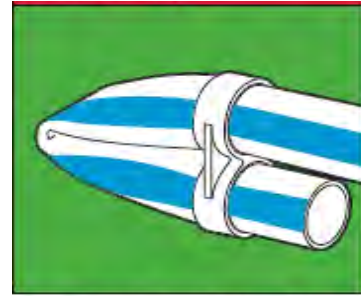
Untuk penyambungan pipa-pipa PVC, misalnya karena kondisi lahan yang memiliki belokan, dapat menggunakan asesories pipa untuk penyambungan, seperti belokan (*elbow*), sambungan cabang tiga (*tee*), dan sambungan lurus.

Gambar 109. Selang PE

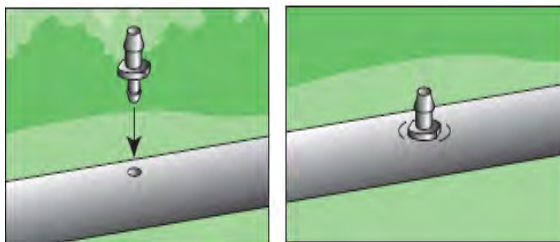
Gambar 110. Penggunaan pipa PVC untuk irigasi tetes

Gambar 111. Penggunaan selang atau pipa PE untuk sistem irigasi tetes

Penggunaan asesories untuk penyambungan pipa ini biasanya menggunakan lem pipa atau menggunakan asesoris yang memiliki ulir. Untuk pipa PVC, pada bagian ujung pipa dipasang penutup (*dop*) atau *end cap*, sedangkan pada pipa PE bagian ujung cukup dilipat dan dikat agar tidak terjadi kebocoran.

Gambar 112. Cara penyambungan pipa PVC

•

Gambar 113. Penyambungan pipa PE

Gambar 114. Penggunaan penutup pada ujung pipa PVC

Gambar 115. Pelipatan bagian ujung pipa PE

Pemasangan Alat Aplikasi Penetes

Pemasangan alat aplikasi penetes disesuaikan dengan desain yang ditetapkan. Untuk itu sebelum jaringan dipasang harus dipertimbangkan jenis tanaman apa yang akan ditanam. Karena aplikasi penetes harus dipasang pada titik-titik tanam seperti Gambar 11.17. Pemasangan alat aplikasi penetes dilakukan dengan tahapan (1) membuat lubang dengan cara membor, (2) memasang penyambung atau dudukan aplikasi penetes, (3) memasang alat aplikasi penates pada dudukan.

Gambar 116. Pemasangan aplikasi penates pada PVC

Gambar 117. Menghubungkan alat aplikasi penetes dengan dudukan

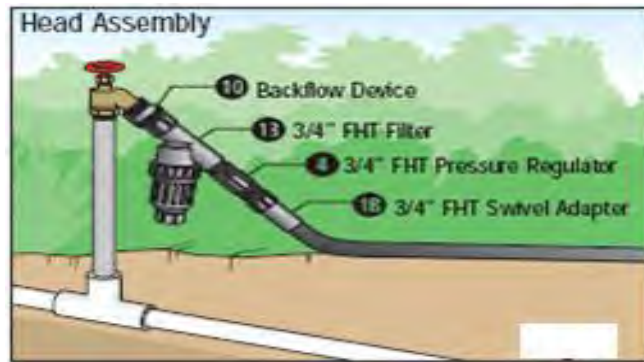
Sedangkan untuk pemasangan aplikasi penetes pada pipa atau selang PE, pembuatan lubang menggunakan alat khusus atau dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Tahapan pemasangan alat aplikasi penates dilakukan

sebagai berikut, (1) memberi tanda letak pemasangan, (2) melubangi pipa PE, (3) memasang aplikasi penetes.

Gambar 118. Pembuatan lubang dripper

Gambar 119. Pemasangan alat aplikasi penates pada pipa PE

Penyambungan Jaringan ke Sumber Air

Jika jaringan sistem irigasi telah terpasang sesuai dengan rancangan, tahapan selanjutnya adalah menghubungkan jaringan dengan sumber air. Untuk sistem irigasi tetes yang menggunakan sumber air dari sumur atau sungai, hubungkan pipa utama dengan pompa. Sedangkan bila menggunakan kran air yang ada, maka tahapan sebagai berikut (1) Memasang katup aliran balik (*back flow device*) jika diperlukan, (2) Memasang filter (jika diperlukan untuk sumber air yang kualitasnya tidak terjamin), (3) Memasang pengatur tekanan (pressure regulator), jika diperlukan, (4) Memasang adaptor putaran (*swivel adaptor*). Poin 2, 3, dan 4 tidak mutlak digunakan, hanya jika diperlukan.

Gambar 120. Menghubungkan jaringan sistem irigasi tetes dengan sumber air

Pengoperasian Sistem Irigasi Tetes

Setelah jaringan dihubungkan dengan sumber air, dan dipastikan tidak ada lagi kekurangan, hidupkan sumber air dengan membuka keran sumber air, jika menggunakan pompa hidupkan pompa. Setelah itu cek semua jaringan sistem irigasi tetes, dan pastikan tidak ada kebocoran pada jaringan kecuali pada alat aplikasi penetes. Lalu cek kebasahan tanah di titik tempat tanaman. Jika ada kebocoran atau tidak sesuai perbaiki, dan jika sudah sesuai dengan rancangan jaringan sistem irigasi tetes siap dipakai.

Gambar 121. Sistem irigasi tetes yang berfungsi dengan baik

Perawatan Sistem Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes yang dipasang untuk mengairi tanaman harus berfungsi secara efisien sepanjang masa pertumbuhan tanaman dalam satu musim. Kesalahan yang terjadi pada masa titik kritis dalam suatu siklus produksi tanaman dapat menyebabkan terjadinya kehilangan hasil. Kegagalan sistem sering terjadi karena permasalahan pemeliharaan sistem jaringan irigasi yang tidak memadai, terutama jika sistem ini juga digunakan sebagai sarana pemupukan (*fertigation*) yang bertujuan untuk menyediakan unsur hara kepada tanaman di daerah perakaran tanaman. Pemeliharaan sistem jaringan irigasi tetes memerlukan banyak waktu dan pengetahuan karena hal ini akan menentukan keberhasilan.

Beberapa hal penting yang perlu dilakukan dalam perawatan sistem irigasi tetes, yaitu

Pengecekan Kualitas Air

Air yang digunakan untuk irigasi tetes dapat berasal berbagai sumber antara lain air sumur, kolam, sungai, danau, air kran yang digunakan untuk rumah tangga. Air yang berasal dari berbagai sumber ini memiliki perbedaan dalam kualitas. Air sumur dan air yang berasal dari air minum biasanya bersih dan mungkin membutuhkan hanya saringan atau filter untuk menghilangkan partikel padat, akan tetapi bagimanapun bersihnya air tersebut secara fisik, perlu dilakukan analisis awal sebelum digunakan untuk sistem irigasi tetes, karena mungkin saja air tersebut mengandung bahan pencemar.

Analisis kualitas air ini akan mengidentifikasi bahan-bahan anorganik seperti pasir dan debu, bahan-bahan organik pada seperti alga, bakteri dan lumpur, bahan padat terlarut seperti besi, belerang dan zat kapur (*Calsium*), dan pH air. Pengujian air bisa dilakukan oleh di laboratorium. Untuk itu perlu dilakukan

terlebih pengambilan contoh air yang kemudian dimasukkan ke dalam kemasan botol yang bersih.

Jika sumber air yang digunakan merupakan air untuk rumah tangga, analisis tetap diperlukan yang meliputi analisi hasil jumlah bakteri, kandungan nitrat, kadar garam, klorida, sodium, zat kapur.

Kandung asam belerang dapat diketahui bila air terasa bau seperti telur busuk. Jika dari hasil analisa menunjukkan adanya faktor-faktor yang berpotensi untuk menyebabkan terjadinya penyumbatan maka diperlukan tindakan esktra hati-hati. Jika kandungan bahan pencemar menunjukan kadarnya tinggi, maka hal ini tidak baik jika digunakan untuk sistem irigasi tetes, dan diperlukan perbaikan kualitas air (*water treatment*) terlebih dahulu sebelum digunakan.

Beberapa jenis air permukaan seperti sungai, kolam, danau atau kran rumah tangga mungkin saja mengandung bakteri, ganggang, atau mahluk hidup di air lainnya. Media penyaring pasir sangat diperlukan, walaupun media penyaring pasir mahal jika dibandingkan dengan saringan biasa, karena media penyaring pasir ini memiliki kemampuan yang tinggi untuk menyaring bahan-bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air.

Penggunaan Bahan Kimia

Sangat disayangkan bahwa penyaringan saja tidak cukup untuk memecahkan persoalan tentang kualitas air. Penggunaan bahan-bahan kimia diperlukan untuk mengatasi alga (*ganggang*), kandungan besi dan bakteri, belerang, dan organisme penyakit. Bahan kimia dapat menyebabkan beberapa zat pengendap di air dan material lain mengendalikan daya larut atau terlarut dalam air.

Klorine adalah bahan kimia utama yang digunakan untuk membunuh mikrobial aktif, untuk menguraikan bahan organik dan mengoksidasi mineral terlarut yang menyebabkan mengendap dalam air. Perlakuan pengasaman

digunakan untuk menurunkan pH untuk menjaga agar kelarutan mangan, besi, dan kalsium tetap tinggi agar tidak menyebabkan penyumbatan pada pipa atau emitter. Kalium permanganat juga digunakan mengoxidasi besi pada kondisi yang sama. Hal ini direkomendasikan digunakan pada tempat sistem penyaringan setelah perlakuan kimia untuk menghilangkan beberapa endapan dibentuk. Untuk melaksanakan pencegahan secara kimia diperlukan perlengkapan injeksi menurut kelas toksistas dari bahan kimia yang dicampurkan.

Penjernihan Air

Jika air yang digunakan untuk irigasi tetes tidak jernih, dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pada sistem irigasi tetes. Untuk itu perlu dilakukan penjernihan air yang biasa dilakukan dengan penambahan zat klorine ke sumber air. Klorin bertindak sebagai bahan pengoksidasi di dalam air dan dengan tujuan utama menghilangkan bahan organik. Klor bebas yang ada juga akan bereaksi secara kuat dengan bahan-bahan yang dapat teroksidasi seperti besi, mangan dan asam belerang (H_2S). Agar efektif, sisa klor aktif dalam jumlah ppm dari klorin yang tersedia harus dapat terukur pada ujung pipa lateral dari sistem irigasi.

Perawatan Filter

Baik filter penyaring biasa ataupun media penyaring media dalam sistem irigasi tetes harus selalu di cek selama atau sesudah masa penggunaan dan harus dalam keadaan bersih. Penyumbatan saringan dapat dibersihkan dengan menggunakan kuas rambut kaku atau dengan menyemprotkan air. Untuk membersihkan saringan media pasir harus dibilas dengan air dengan menggunakan tekanan. Jika kondisi filter sudah tidak dapat berfungsi, ganti dengan yang baru.

Perawatan Jaringan Sistem Irigasi Tetes

Jaringan sistem irigasi tetes yang baik, akan menjamin pasokan air pada tanaman akan terpenuhi, oleh sebab itu diperlukan perawatan. Cek jaringan pipa sistem irigasi untuk mengecek bocoran, dan perhatikan besarnya daerah basah atau siraman pada lahan pertanaman, hal ini dapat menunjukkan ada tidaknya kebocoran pada jaringan atau rusaknya alat aplikasi penetes. Juga perlu dilakukan pembilasan pipa lateral dan pipa pembagi, secara berkala untuk menghilangkan endapan yang dapat menyebabkan penyumbatan emiter. Pembilasan ini dapat dirancang secara otomatis, namun masih diperlukan pekerjaan pengecekan secara manual.

Pengecekan jaringan sistem irgasi tetes, diawali dengan pengecekan performansi kerja alat aplikasi penetesnya, jika pada jaringan pipa tidak terlihat adanya kerusakan. Namun jika kerusakan sudah terlihat pada jaringan pipanya, maka lakukan analisa tingkat kerusakan. Jika bisa diperbaiki, lakukan perbaikan, tapi jika kerusakannya berat ganti saja.

Dalam kasus dimana tidak terlihat kerusakan pada sistem jaringan, namun performansi kerja alat aplikasi penetesnya tidak maksimal setelah diperbaiki atau diganti, maka bisa dipastikan terjadi kerusakan pada jaringan pipa, dengan kemungkinan ada kebocoran atau penyumbatan. Jika yang terjadi kebocoran, maka perbaiki atau diganti sesuai dengan tingkat kerusakannya, sedangkan jika terjadi penyumbatan, maka perlu dilakukan pembilasan balik (*flushing*). Jika hal ini tidak membantu, misalnya karena penyumbatan telah berlangsung lama, maka perlu peng-gunaan bahan kimia. Tapi semua ini harus mempertimbangkan aspek ekonomis dan ketersediaan bahan, jika biaya penggunaan bahan kimia lebih tinggi dari pada penggantian pipa yang tersumbat, maka ganti saja pipa dengan yang baru. Pengecekan jaringan sistem irigasi tetes harus dilakukan secara periodik dan terus menerus.

Perawatan Alat Aplikasi Penetes

Masalah yang paling sering terjadi pada sistem irigasi tetes adalah komponen alat aplikasi penetes. Gangguan tersebut biasanya tersumbatnya bagian nozel, hal ini disebabkan karena kondisi air yang tidak baik. Untuk pengecekan emiter yang perlu diperhatikan adalah performansi kerjanya, terutama daya tetesnya jika tidak sesuai dengan desain yang diinginkan. Jika hal ini terjadi maka lakukanlah hal-hal berikut :

- Lepaskan alat aplikasi peenetes dari riser,
- Bersihkan kotoran yang ada pada nozel alat aplikasi penates,
- Pasang kembali alat aplikasi penates pada riser
- Hidupkan jaringan dan cek kembali performasi alat aplikasi, jika performansinya tidak maksimal ganti.

Efisiensi Sistem Irigasi Tetes

Pemberian air pada sistem irigasi tetes yang baik adalah air irigasi dialirkan secara normal dan merata pada daerah perakaran. Pada hampir seluruh keadaan, makin merata air yang didistribusikan makin baik untuk pertumbuhan tanaman. Pendistribusian air merupakan suatu daya upaya pemakaian air yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan tanah dan tanaman. Penggunaan air irigasi yang efisien merupakan tujuan penggunaan sistem irigasi tetes. Efisiensi penyebaran untuk mengetahui banyaknya air yang mampu membasahi tanah. Efisiensi ini untuk menunjukkan dimana peningkatan dapat dilakukan yang akan menghasilkan pemberian air irigasi yang lebih efisien. Rumus untuk efisiensi penyebaran air yang menggambarkan sampai dimana air didistribusikan secara merata sebagai berikut :

$$Ed = 100\left(1 - \frac{y}{d}\right)$$

dimana:

Ed = efisiensi penyebaran

y = angka deviasi rata-rata untuk kedalaman yang ditampung (cm)

d = kedalaman air rata-rata yang ditampung selama pemberian air irigasi tetes

Semakin besar nilai efisiensi yang dihasilkan dari suatu jaringan irigasi tetes maka semakin merata pula pendistribusian air pada tiap alat penates. Maka partum-buhan tanaman akan semakin baik pula. Tingginya nilai efisiensi penyebaran irigasi yang diperoleh menandakan bahwa penyebaran atau pendistribusian air pada tiap-tiap alat penetes dikatakan mendekati seragam. Hal ini juga menunjukkan bahwa media tanam yang dilalui oleh air distribusi memiliki terkstur yang gembur, sehingga baik untuk tanaman musiman dalam menyerap unsur hara dan air yang didistribusi.

3. Tugas

Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada kegiatan pembelajaran 10 tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes. Amati Sistem Irigasi Tetes yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik 1

Menganalisis Sistem Irigasi Tetes

Pendahuluan

Sistem irigasi tetes merupakan cara pemberian air yang modern, karena dengan sistem irigasi ini pemberian air tidak lagi menggunakan cara manual, tetapi aplikasinya pemberian airnya menggunakan alat penetes atau emiter.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis performansi kerja jaringan sistem irigasi tetes, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan atau green house dengan sistem irigasi tetes terpasang.
- Sumber air
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Mengamati Sistem Irigasi Tetes

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Amati sistem irigasi tetes yang ada.
3. Amati tentang bagaimana sistem irigasi tetes tersebut bekerja.
4. Amati komponen-komponen sistem irigasi tetes yang ada.
5. Amati bagaimana sistem irigasi ini memperoleh air, sistem pemberian airnya, kapasitasnya dan lain-lain.
6. Hidupkan sistem irigasi tetes, dan amati bagaimana performansi atau kinerja sistem irigasi sprinkler.
7. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasi di depan kelas.

Lembar Kerja Praktik 2

Merencanakan Sistem Irigasi Tetes

Pendahuluan

Sistem irigasi tetes merupakan cara pemberian air yang modern, karena dengan sistem irigasi ini pemberian air tidak lagi menggunakan cara manual, tetapi aplikasinya pemberian airnya menggunakan alat penetes atau emiter.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu merencanakan dan memasang jaringan irigasi tetes, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan pertanaman atau green house

- Sumber air
- Meteran
- Buku catatan

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Merencanakan Sistem Irigasi Tetes

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Pastikan sumber air yang akan digunakan dapat dipakai untuk memasang sistem irigasi tetes, dan ukur kapasitas debitnya.
3. Amati lahan atau green house yang akan dipasang sistem irigasi tetesnya.
4. Ukur lahan atau green house yang akan dipasang sistem irigasi tetes.
5. Buat gambar jaringan atau lay out sistem irigasi tetes.
6. Hitung kebutuhan alat dan bahan yang akan dipakai dalam kegiatan pembuatan sistem jaringan irigasi tetes.
7. Buat laporan kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan sistem irigasi tetes.
8. Presentasikan kepada guru Anda untuk mendapat persetujuan.

Lembar Kerja Praktik 3

Membuat Sistem Irigasi Sprinkler

Pendahuluan

Sistem irigasi tetes harus dirancang dan dibuat sendiri oleh Anda jika akan mengairi tanaman dengan cara tersebut. Untuk membuat atau

memasang sistem irigasi tetes, harus disesuaikan dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu memasang jaringan sistem irigasi tetes, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan pertanaman atau green house.
- Sumber air.
- Meteran.
- Bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
- Buku catatan.

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

Membuat dan Memasang Sistem Irigasi Sprinkler

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan praktik.
2. Pastikan bahwa sumber air yang akan digunakan dapat dipakai untuk memasang sistem irigasi tetes, dan ukur kapasitas debitnya.

3. Amati lahan atau green house yang akan dipasang sistem irigasi tetesnya, lakukan orientasi untuk memastikan pemasangan sistem irigasi tetes yang sudah direncanakan.
4. Pasang pompa irigasi yang akan digunakan sebagai sumber penggerak aliran air pada system irigasi tetes yang akan dipasang.
5. Pasang jaringan pipa sistem irigasi tetes (pipa utama dan lateral) sesuai dengan gambar rencana, demikian juga dengan emitter dan pastikan dalam kondisi terpasang yang baik.
6. Hubungkan jaringan pipa dengan pompa, dan pastikan terpasang dengan baik.
7. Hidupkan pompa, buka kran ke sistem jaringan irigasi tetes.
8. Biarkan beberapa saat, dan periksa apakah jaringan bekerja dengan baik atau tidak. Jika masih terdapat kebocoran atau kinerja jaringan tidak sesuai dengan perencanaan, parbaiki.
9. Hitung efisiensi kerja sistem jaringan irigasi tetes.
10. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasikan didepan kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan sistem irigasi tetes, jelaskan!
b. Mengapa sistem irigasi tetes saat ini banyak dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman ?
c. Jelaskan kelebihan sistem irigasi tetes dibandingkan dengan sistem irigasi biasa atau sistem irigasi permukaan?
d. Jelaskan kelemahan sistem irigasi tetes dibandingkan dengan sistem irigasi biasa atau sistem irigasi permukaan?

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Sistem irigasi tetes adalah suatu sistem irigasi atau pemberian air dengan menggunakan emitter sebagai alat penetes. Dengan sistem irigasi tetes air diberikan dengan cara meneteskan air bertekanan rendah, sehingga air hanya menetes pada daerah perakaran saja.
b. Sistem irigasi tetes sekarang banyak dimanfaatkan orang karena dapat meningkatan produksi tanaman, menghemat air dan tenaga kerja, memaksimalkan efisiensi penggunaan air.
c. Kelebihan sistem irigasi tetes dibandingkan dengan sistem irigasi lainnya, yaitu, (1) meningkatkan nilai guna air, (2) meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil, (3) meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemberian air dan pupuk, (4) menekan resiko penumpukan garam, (5) menekan pertumbuhan gulma, (6) menghemat tenaga kerja. Sistem irigasi tetes dapat dengan mudah dioperasikan secara otomatis, sehingga tenaga kerja yang diperlukan menjadi lebih sedikit.
d. Kelemahan atau kekurangan dari sistem irigasi tetes adalah sebagai berikut, (1) memerlukan perawatan yang intensif, (2) Penumpukan garam, (3) Membatasi pertumbuhan tanaman, (4) Keterbatasan biaya dan teknik.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 10 tentang Perencanaan dan Pembuatan Sistem Irigasi Tetes, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4	=	selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3	=	sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2	=	kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
1	=	tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} x\, 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ………………………………………….…..

Kelas : ……………………………………………...

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………….

Materi Pokok : ………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………...

Kelas : ……………………………………………...

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………...

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ……………………………………………………..

Kelas : ……………………………………………………..

Tanggal Pengamatan : …………………………………………………….

Materi Pokok : ……………………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Jelaskan jenis-jenis metode pemberian air dengan system irigasi tetes ?	Metode pemberian air pada sistem irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu, (1) irigasi tetes (*drip irrigation*), (2) metode irigasi bawah permukaan, (3) metode *bubler irrigation*, (4) metode irigasi percik (*spray irrigation*).	10
2.	Berdasarkan jenis tetesan air-nya, sistem irigasi tetes dibedakan menjadi 3 kelom-pok, jelaskan !	Berdasarkan jenis tetesan airnya sistem irigasi tetes dibedakan menjadi 3 jenis yaitu, (1) air merembes sepanjang pipa lateral (*viaflo*), (2) air menetes atau memancar melalui alat aplikasi yang di pasang pada pipa lateral, (3) air menetes	10

		atau memancar melalui lubang-lubang pada pipa lateral.	
3.	Jeniskan jenis-jenis emitter yang Anda ketahui !	Jenis-jenis emiter yang ada adalah (1) jenis in line emitter yaitu jenis emitter yang menyambung ke pipa lateral, dan (2) jenis on line yaitu emitter yang terpasang ke pipa tabung melalui suatu lubang ke dinding pipa.	20
4.	Jelaskan komponen-komponen sistem irigasi tetes secara umum!	Komponen-komponen sistem irigasi tetes secara umum terdiri dari (1) unit utama, (2) pipa utama, (3) pipa pembagi, (4) pipa lateral, (5) alat aplikasi dan (6) sistem pengontrol.	20
5.	Jelaskan karakteristik yang baik alat penetes (emitter) pada sistem irigasi tetes!	Alat aplikasi atau emitter yang baik harus memenuhi karak-teristik berikut, yaitu (1) Debit yang rendah dan konstan, (2) toleransi yang tinggi terhadap tekanan operasi, (3) tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu, (4) umur pemakaian cukup lama	20
6.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan point source emitter!	*Point source emitter* yaitu jenis penetes yang di pasang dengan spasi yang renggang dan mempunyai debit yang relatif besar. Point source emitter dapat dipasang dengan pengeluaran (*outlet*) tunggal, ganda maupun multi.	20
		Skor Total	100

Kegiatan Pembelajaran 12. Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 12 tentang Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman berisikan 3 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengantar Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman (2) Priode Kritis Pertumbuhan Tanaman, (3) Pendugaan Penurunan Produksi Akibat Gangguan Air.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 12 tentang Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman, diharapkan Anda dapat:

a. Menganalisis Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman.
b. Menganalisis Priode Kritis Pertumbuhan Tanaman.
c. Menganalisis Pendugaan Penurunan Produksi Akibat Gangguan Air.

2. Uraian Materi

Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman

Peranan Air dalam Tanaman

Air merupakan sumber kehidupan, tanpa air tidak ada makhluk yang dapat hidup. Begitu juga tanaman, salah satu komponen terbesar tanaman adalah air yaitu berkisar antara 90% untuk tanaman muda sampai kurang dari 10% untuk padi-padian yang sudah tua. Sedangkan tanaman yang mengandung minyak kandungan airnya sangat sedikit. Agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik, maka penyiraman harus dilakukan teratur agar

tanaman tidak kekurangan air. Jika tidak disiram, tanaman akan mati kekeringan. Air merupakan bahan untuk fotosintesis, tetapi hanya 0,1% dari total air yang digunakan untuk fotosintesis. Sebagian besar air yang digunakan untuk transpirasi tanaman sebanyak 99 %, dan yang digunakan untuk hidrasi 1%, termasuk untuk memelihara dan menyebabkan pertumbuhan yang lebih baik. Selama pertumbuhan tanaman membutuhkan sejumlah air yang tepat.

Air merupakan bahan yang penting dalam proses-proses fotosintesa, selain itu air juga merupakan bahan pelarut dari garam-garam, gas-gas dan material-material yang bergerak ke dalam tubuh tanaman. Melalui dinding sel dan jaringan esensial untuk menjamin adanya turgiditas, pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata, kelangsungan gerak struktur tumbuh-tumbuhan. Kekurangan air akan mengganggu aktifitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Defisiensi air yang terus-menerus akan menyebabkan perubahan yang tidak dapat balik, dan pada gilirannya tanaman akan mati.

Sifat Air

Air adalah basis dari kehidupan, dan karena itu adanya air dianggap sebagai kemungkinan adanya kehidupan. Air meliputi sekitar 75% dari permukaan bumi ini. Di alam, air berada dalam tiga wujud, yaitu padat, cair dan gas. Air memiliki apa yang dinamakan ikatan hidrogen yang anehnya cukup kuat. Ikatan ini memberikan air lebih struktur daripada cairan yang lain, dan memberikan kohesi yang tinggi yang membantu transport dalam tumbuhan. Ikatan ini juga memberikan tegangan permukaan air yang cukup kuat, dan memberikan bentuk butir-butir air. Demikian pula air mempunyai tingkat adhesi yang tinggi dengan kebanyakan material. Imbibisi atau proses merasuknya air ke dalam struktur berpori-pori membantu penyerapan air ke dalam biji dan memecahkan kulit biji sehingga biji tersebut dapat tumbuh.

Ikatan hidrogen juga menyebabkan air mempunyai kapasitas panas yang tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai tempat penampung panas yang efektif. Pada waktu musim panas air menampung panas dan pada waktu musim dingin mengeluarkannya perlahan, sehingga menjaga level temperatur yang stabil yang penting bagi iklim dan kehidupan. air juga memerlukan energi yang banyak untuk menguap sehingga memoderasi panas dari matahari, menjaga temperatur ekosistem air, dan menjaga temperatur organisma dari ekses panas. Air juga mempunyai sifat anomali, yaitu mengembang ketika didinginkan kurang dari 4 derajat. Hal ini terjadi karena perubahan struktur air menjadi tetrahedral. Karena berat jenis es lebih ringan, es terbentuk di permukaan dulu. Ketika air membeku, panas dibebaskan ke lapisan di bawahnya dan mengisolasinya. Hal ini juga membuat transisi antara musim tidak terjadi dengan tiba-tiba.

Peranan Air Bagi Tumbuhan

Air yang dibutuhkan oleh tanaman adalah air yang berada di dalam tanah yang di tahan oleh butir-butir tanah. Air ini berasal dari cadangan dalam tanah yang telah ada sebelum tanaman di tanam dan curah hujan yang turun sebelumnya. Peranan air bagi tumbuhan adalah untuk menjamin kelangsungan proses fisiologis dan biologi pertumbuhannya. Secara rinci peranan air dalam tumbuhan adalah:

- Merupakan 90 – 95% penyusun tubuh tanaman.
- Aktivator enzim.
- Pereaksi dalam reaksi hidrolisis.
- Sumber H dalam fotosintesis.
- Penghasil O_2 dalam fotosintesis.
- Pelarut dan pembawa berbagai senyawa.
- Menjaga turgor sel yang penting untuk pembelahan, pembesaran, pemanjangan sel.

- Mengatur pembukaan stomata, gerakan daun dan bunga.
- Pemacu proses respirasi.
- Mengatur keluar masuknya zat terlarut ke dan dari sel.
- Mendukung tegaknya tanaman, terutama pada tanaman herbaceous.
- Agen penyebaran benih tanaman.
- Mempertahankan suhu tanaman tetap konstan pada saat cahaya penuh.

Macam-Macam Air Tersedia Bagi Tanaman

Air dalam tanah, secara garis besar dibedakan menjadi 3 kelompok berdasarkan tingkat ketersediaanya bagi tanaman, yaitu;

1. Air gravitasi. Air gravitasi adalah air yang berada pada pori-pori makro tanah. Air ini diikat sangat lemah oleh partikel tanah, dan cepat turun ke lapisan yang lebih dalam, tidak dapat dimanfaatkan tanaman. Jenis air ini terbuang dari dalam tanah, karena pengaruh gravitasi.
2. Air kapiler. Air kapiler adalah jenis air yang terikat pada pori-pori mikro tanah, melapisi butiran tanah, diikat longgar oleh partikel tanah. Air ini dapat dilepaskan oleh tanah dan diserap oleh perakaran tanaman.
3. Air higroskopis. Air higroskopis adalah jenis air yang menempati posisi sangat dekat dengan partikel tanah, diikat sangat kuat, sehingga akar tidak mampu memutus ikatan tersebut. Air higroskopis tidak dapat diserap akar tanaman.

Irigasi adalah penambahan kekurangan kadar air tanah secara buatan dengan cara menyalurkan air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusikannya secara sistematis. Sebaliknya pemberian air yang berlebih pada tanah yang diolah itu akan merusakkan tanaman. Jika terjadi curah hujan yang lama yang disebabkan oleh curah hujan yang deras, maka tanah yang diolah itu akan tergenang dan dibanjiri air, yang kadang-kadang mengakibatkan kerusakan yang banyak. Daerah-daerah yang rendah yang kurang baik drainasinya, selalu akan tergenang air. Pada daerah-daerah

demikian, pelapukan dan dekomposisi tanah tidak berkembang, sehingga daerah itu tidak akan menjadi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan padi. Jadi di daerah-daerah demikian, kelebihan air itu harus di drainase secara buatan dan pengeringan harus dilaksanakan secepat-cepatnya.

Di daerah-daerah dengan distribusi curah hujan yang tidak merata, meskipun curah hujannya banyak, dengan kondisi iklim yang cocok untuk pertumbuhan tanaman, diperlukan juga irigasi buatan, mengingat kadar air tanah tidak dapat dipertahankan dalam interval kadar air efektif oleh curah hujan saja. Pemberian air yang cukup adalah faktor utama yang sangat dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman. Setiap tanaman mencoba mengabsorbsi kadar air secukupnya dari tanah untuk pertumbuhan. Jadi yang terpenting untuk tanaman itu ialah bahwa kebutuhan air dalam tanah mencukupi.

Faktor-Faktor Mempengaruhi Kebutuhan Air Pada Tanaman

Banyak pertanyaan yang mendasar seputar bagaimana menentukan besarnya kebutuhan air tanaman. Untuk menjawab itu, ada beberapa hal penting yang berkaitan dengan kebutuhan air tanaman, yaitu:

Jenis, Bentuk dan Umur Tanaman

Berdasarkan kebutuhan air, maka umumnya tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

(1) Jenis tumbuhan yang suka air. Jenis tumbuhan ini memerlukan air dalam jumlah yang cukup banyak untuk dapat hidup dengan baik. Contohnya jenis *Adiantum, Begonia, Calathea, Dracaena, Dieffenbachia, Monstera, Peperomia serta jenis pakis-pakisan.*

(2) Jenis tumbuhan yang menyukai air dalam jumlah sedang. Jenis tumbuhan ini memerlukan air yang cukup, tapi tidak berlebih untuk tumbuh dalam

kondisi yang sehat. Contohnya adalah Aglaonema, Anthurium, Philodendron, dan lain-lain.

(3) Jenis tumbuhan yang menyukai sedikit air. Jenis tumbuhan ini merupakan jenis tumbuhan yang dapat tumbuh dengan baik dalam keadaan sedikit air. Contohnya berbagai jenis tanaman sukulen, kaktus, Sansiviera, Chryptanthus dan lainnya.

Bentuk daun juga harus diperhatikan, jika daunnya besar dan tipis, berarti tanaman tidak kuat kondisi kering dan membutuhkan relatif lebih banyak air. Jika daun ada lapisan lilinnya berarti sedikit tahan akan kondisi kering. Daun kecil akan menghindari penguapan air saat siang hari. Akan tetapi penting pula diketahui jenis tanamannya, apakah tanaman menyukai air atau tidak.

Umumnya kebutuhan air bagi tumbuhan sejalan dengan tingkat pertumbuhannya. Tanaman yang masih muda, baru berkecambah kebutuhan airnya sedikit, dan terus meningkat sesuai dengan tahap pertumbuhannya, dan mencapai puncak pada saat memulai pertumbuhan generative. Setalh itu turun sampai menjelang panen, dan pada saat panen tidak membutuhkan lagi air.

Lokasi dan Kondisi Sekitar Tanaman

Lokasi juga mempunyai andil dalam menentukan kebutuhan air tanaman. Tanaman dalam pot yang diletakkan di bawah naungan dengan yang langsung di bawah sinar matahari akan mempunyai perbedaan kebutuhan air. Umumnya tanaman yang berada di daerah naungan membutuhkan jumlah air yang relatif lebih sedikit dari pada tanaman yang terkena sinar matahari langsung.

Peletakan tanaman pada sumber air membutuhkan air yang berbeda dengan yang diletakkan di tengah lapangan terbuka. Peletakan di dekat sumber air merupakan jenis tanaman yang menyukai kondisi air cukup banyak untuk pertumbuhannya. Jenisnya pun berbeda dengan tanaman yang tahan akan sinar matahari.

Jenis Media Tanam

Media merupakan material yang bersentuhan langsung dengan akar, bagian tanaman yang sangat penting untuk penyerapan air dan unsur hara lainnya. Media tanaman yang umum digunakan adalah tanah, humus, sekam, cocopeat, pasir malang, dan akar pakis. Masing-masing mempunyai daya ikat air yang berbeda. Humus mengandung banyak sisa-sisa bagian tanaman yang membusuk. Biasanya bersifat menahan air. Tetapi jika diletakkan di area terbuka, humus mudah kering dan berbentuk serpihan halus.

Sekam yang umumnya digunakan adalah jenis sekam biasa dan sekam bakar. Bentuknya yang berupa butiran-butiran sekam kasar membantu tanah dalam memperbaiki struktur tanah hingga menjadi remah-remah tidak padat sehingga air dapat mengalir dengan lancar. Untuk itu media tanam sekam murni relatif cocok untuk tanaman hias pada pot, atau campuran media tanam pada musim hujan agar air tidak merusak akar yang akan mengakibatkan busuk akar.

Cocopeat relatif dapat menyimpan air hingga penggunaan media dengan campuran bahan ini sangat tepat saat musim kering, tetapi jangan biarkan media ini terlampau kering. Beda dengan pasir malang yang lebih bersifat tidak menahan air. Sangat cocok digunakan sebagai campuran media tanam pada musim hujan. Tak jarang untuk penanaman sering kali media tersebut dicampur dengan jumlah tertentu. Oleh karena itu penting mengetahui sifat media terhadap daya pegang air untuk mendapat media yang ideal dengan jenis tanaman yang hendak ditanam.

Besar Kecilnya Pot

Sehubungan dengan tingkat kelembaban pada media dalam pot. Untuk pot yang kecil akan mempunyai tingkat kelembaban yang lebih kecil jika dibandingkan dengan media pada pot yang besar. Tetapi pot besar mempunyai

kelebihan dalam pertumbuhan akar tanaman. Banyaknya ruang yang tersedia dapat memberikan ruang yang cukup untuk respirasi akar.

Musim

Di Indonesia dikenal ada dua musim utama, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Kedua jenis musim tersebut akan mempengaruhi penyiraman terhadap tanaman. Pada musim kemarau tanaman harus selalu diperiksa apakah memerlukan penyiraman satu atau dua hari sekali, sedangkan musim hujan apakah harus disiram setiap hari atau tidak.

Priode Kritis Pertumbuhan Tanaman

Setiap tanaman memiliki masa-masa keritis pertumbuah yang berbeda. Misalnya tanaman padi. Masa pertumbuhan tanaman padi dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu (a) masa pesemaian yaitu masa 10-30 hari sesudah semai atau biasa juga dikenal dengan istilah *juvenile priod*, (b) masa pertumbuhan vegetatif yaitu 0 - 60 hari sesudah tanam, (c) periode reproduktif atau generatif yaitu 50-100 hari sesudah tanam, dan (d) masa pematangan yaitu 100-120 hari sesudah tanam atau biasa dikenal dengan *ripening priod*.

Periode Pesemaian

Periode ini merupakan awal pertumbuhan yang mencakup tahap perkecambahan benih serta perkembangan akar muda *(radicle)* dan daun muda. Selama periode ini air yang dikonsumsi sedikit sekali. Apabila benih tergenang cukup dalam pada waktu cukup lama sepanjang periode perkecambahan, maka pertumbuhan akar muda akan terganggu karena kekurangan oksigen.

Pertumbuhan vegetatif

Periode ini merupakan periode berikutnya setelah tanam *(transplanting)* yang mencakup masa-masa berikut, yaitu (a) tahap pemulihan dan pertumbuhan akar yaitu 0-10 hari sesudah tanam, (b) tahap pertumbuhan anakan maksimum yaitu 10-50 hari sesudah tanam atau *maximum tillering* dan (c) pertunasan efektif yaitu 35-45 hari sesudah tanam. Selama periode ini akan terjadi pertumbuhan jumlah anakan. Segera setelah tanam, kelembaban yang cukup diperlukan untuk perkembangan akar-akar baru. Kekeringan yang terjadi pada peiode ini akan menyebabkan pertumbuhan yang jelek dan hambatan pertumbuhan anakan sehingga mengakibatkan penurunan hasil. Pada tahap berikutnya setelah tahap pertumbuhan akar, genangan dangkal diperlukan selama periode vegetatif ini. Pengeringan atau drainase akan membantu pertumbuhan anakan dan juga merangsang perkembangan sistem perakaran tanaman untuk masuk ke lapisan tanah bagian bawah. Fungsi respirasi akar pada periode ini sangat tinggi sehingga ketersediaan udara dalam tanah dengan cara drainase diperlukan untuk menunjang pertumbuhan akar yang mantap. Selain itu drainase juga membantu menghambat pertumbuhan anakan tak efektif *(non-effective tillers).*

Periode reproduktif (Generatif)

Periode reproduktif ini mengikuti periode anakan maksimum dan mencakup tahap perkembangan awal malai atau *panicle primordial* yang terjadi 40-50 hari sesudah tanam, masa bunting yaitu 50-60 hari sesudah tanam, pembentukan bunga yaitu 60-80 hari sesudah tanam atau heading and flowering. Situasi ini dicirikan dengan pembentukan dan pertumbuhan malai. Pada sebagian besar dari periode ini dikonsumsi banyak air. Kekeringan yang terjadi pada periode ini akan menyebabkan beberapa kerusakan yang disebabkan oleh terganggunya pembentukan malai, pembungaan dan fertilisasi yang berakibat pada peningkatan sterilitas sehingga mengurangi hasil.

Periode Pematangan *(Ripening Atau Fruiting)*

Periode ini merupakan periode terakhir dimana termasuk tahapan pembentukan padi susu yaitu 80-90 hari sesudah tanam atau *milky,* pembentukan pasta yaitu 90-100 hari sesudah tanam atau *dough, dan masa* matang kuning yaitu 100-110 hari sesudah tanam atau *yellow ripe* dan matang penuh yaitu 110-120 hari sesudah tanam atau *full ripe*. Selama periode ini sedikit air diperlukan dan secara berangsur-angsur sampai sama sekali tidak diperlukan air sesudah periode matang kuning *(yellow ripe)*. Selama periode ini drainase perlu dilakukan, akan tetapi pengeringan yang terlalu awal akan mengakibatkan bertambahnya gabah hampa dan beras pecah *(broken kernel),* sedangkan pengeringan yang terlambat mengakibatkan kondisi kondusif tanaman rebah. Pada periode vegetatif jumlah air yang dikonsumsi sedikit, sehingga kekurangan air pada periode ini tidak mempengaruhi hasil secara nyata asalkan tanaman sudah pulih dan sistim perakarannya sudah mapan. Tahapan sesudah *panicle primordia*, khususnya pada masa bunting, *heading* dan pembungaan memerlukan air yang cukup. Kekurangan air selama periode tersebut menghasilkan pengurangan hasil tak terpulihkan. Dengan demikian perencanaan program irigasi di areal dimana jumlah air irigasinya terbatas untuk menggenangi sawah pada seluruh periode, prioritas harus diberikan untuk memberikan air irigasi selama periode pemulihan dan pertumbuhan akar serta seluruh periode pertumbuhan reproduktif.

Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai bertambah besarnya tanaman yang diikuti oleh peningkatan berat kering. Proses pertumbuhan tanaman terdiri dari pembelahan sel, perbesaran sel dan diferensiasi sel. Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air dalam media tidak cukup dan transpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Di lapangan walaupun di dalam tanah air cukup tersedia, tanaman dapat mengalami

cekaman atau kekurangan air. Hal ini terjadi jika kecepatan absorpsi tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi.

Kehilangan air dari tanaman oleh transpirasi merupakan suatu akibat yang mtidak dapat dielakkan dari keperluan membuka dan menutupnya stomata untuk masuknya CO_2 dan kehilangan air melalui transpirasi lebih besar melalui stomata daripada melalui kutikula. Indeks luas daun yang merupakan ukuran perkembangan tajuk, sangat peka terhadap cekaman air, yang mengakibatkan penurunan dalam pembentukan dan perluasan daun, peningkatan penuaan dan perontokan daun, atau keduanya. Perluasan daun lebih peka terhadap cekaman air daripada penutupan stomata. Selanjutnya dikatakan bahwa peningkatan penuaan daun akibat cekaman air cenderung terjadi pada daun-daun yang lebih bawah yang paling kurang aktif dalam fotosintesa dan dalam penyediaan asimilat, sehingga kecil pengaruhnya terhadap hasil.

Cekaman air yang terjadi pada paruh kedua dari siklus hidup tanaman mengakibatkan penurunan nilai indeks luas daun (*leaf area index*) setelah pembungaan. Hal ini menyebabkan rendahnya hasil bila dibandingkan dengan hasil pada musim tanam sebelumnya, dimana curah hujan selama paruh pertama siklus hidupnya lebih besar. Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesa, karena turgiditas sel penjaga stomata akan menurun. Hal ini menyebabkan stomata menutup.

Penutupan stomata pada kebanyakan spesies akibat kekurangan air pada daun akan mengurangi laju penyerapan CO_2 pada waktu yang sama dan pada akhirnya akan mengurangi laju fotosintesa. Disamping itu penutupan stomata merupakan faktor yang sangat penting dalam perlindungan mesophyta terhadap cekaman air yang berat. Waktu antara penyebaran benih dan pemasakan dapat diperpendek atau diperpanjang tergantung pada intensitas dan waktu terjadinya cekaman air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kacang tunggak berbunga dan masak lebih awal dibawah tingkat cekaman air sedang, tetapi cekaman air yang berat menunda aktivitas reproduktif.

Kedalaman perakaran sangat berpengaruh terhadap jumlah air yang diserap. Pada umumnya tanaman dengan pengairan yang baik mempunyai sistem perakaran yang lebih panjang daripada tanaman yang tumbuh pada tempat yang kering. Rendahnya kadar air tanah akan menurunkan perpanjangan akar, kedalaman penetrasi dan diameter akar. Peningkatan pertumbuhan akar di bawah kondisi cekaman air ringan sampai sedang mungkin sangat penting dalam menyadap persediaan air baru bagi suatu tanaman. Hasil penelitian Nour dan Weibel tahun 1978 menunjukkan bahwa kultivarkultivar sorghum yang lebih tahan terhadap kekeringan, mempunyai perakaran yang lebih banyak, volume akar lebih besar dan nisbah akar tajuk lebih tinggi daripada lini-lini yang rentan kekeringan. Hasil penelitian Martin, Tenorio dan Ayerbe (1994) menunjukkan bahwa perakaran tanaman ercis yang mengalami cekaman air pada paruh kedua dari siklus hidupnya tidak dapat menjelajahi keseluruhan lapisan tanah pada kedalaman 45 – 75 cm. Dengan kata lain tanaman ercis tidak dapat mengekstrak air di bawah kedalaman 70 cm. akibat lebih lanjut cekaman air akan menurunkan hasil tanaman, dan bahkan tanaman gagal membentuk hasil. Jika cekaman air terjadi pada intensitas yang tinggi dan dalam waktu yang lama akan mengakibatkan tanaman.

Tanggap pertumbuhan dan hasil tanaman terhadap cekaman air tergantung fase pertumbuhan saat cekaman air tersebut terjadi. Jika cekaman air terjadi pada fase pertumbuhan vegetatif yang cepat, pengaruhnya akan lebih merugikan dibandingkan dengan jika cekaman air terjadi pada fase pertumbuhan lainnya. Proses-proses fisiologi yang mengakibatkan perubahan hasil karena cekaman air. Untuk mengetahui apakah tanaman cukup air atau tidak, dapat melihat gejala-gejala yang ditampakkan oleh tanaman. Diantaranya adalah adalah dengan cara (1) pengecekan media tanam, (2) pengecekan gejala fisiologis tanaman.

Pengecekan Media Tanam

Jika media terasa remah lepas, berarti media sedikit mengandung air. Periksa dengan membuat lubang sebesar ibu jari dengan kedalaman 1,5 – 3 cm. Jika kering maka kelembaban tanaman rendah dan tanaman perlu disiram.

Gejala Fisiologis Tanaman:

Amati tanaman yang ditanam, jika tanaman memperlihatkan gejala-gejala berikut, maka lakukan tindakan pemberian air.

1. Jika tanaman layu dan daun tua coklat dan mengering, dicurigai tanaman kekurangan air. Periksa media dan gejala lain apakah disebabkan oleh hama dan penyakit tanaman lainnya. Jika pinggiran daun berwarna coklat dan kering untuk tanaman kekurangan air
2. Jika berbunga dan kurang air, maka bunga akan gugur dengan cepat.
3. Jika daun ujungnya coklat, kemungkinan besar kelebihan air.
4. Dalam media yang terlalu lembab, akar akan membusuk. Dampak kandungan lengas pada perkembangan sistem perakaran.

Dampak Kelebihan Air pada Tanaman

Kelebihan air pada tanaman biasanya terlihat ketika awal musim hujan atau akhir musim kemarau, dan pada saat pertengahan musim hujan. Yang sangat berdampak bagi pertumbuhan tanaman dapat di lihat pada awal musim hujan akhir musim kemarau. Hal ini dicirkan oleh sinar matahari cukup banyak, suhu udara panas, kelembaban udara absolute tinggi, kelembaban udara relatip tinggi, hujan masih jarang terjadi, dan sumber air tanah maupun air permukaan sedikit. Dampaknya bagi tanaman yaitu proses transpirasi atau proses pendinginan yang terganggu karena tingginya nilai kelembaban. Keadaan ini diperparah dengan sulitnya proses pendinginan secara konduksi lewat daun, karena batang panas pada fase musim ini juga tinggi. Akibatnya

tanaman akan kepanasan, daun dan batang tanaman nampak layu meski masih nampak hijau. Kalau kondisi parah ranting dan daun akan menguning dan rontok.

Kesalahan yang sering dilakukan pada fase ini, melihat tanaman nampak layu timbul anggapan tanaman kurang air. Padahal kelayuan muncul bukan karena kekurangan air seperti pada musim panas, namun akibat terganggunya proses penyerapan air karena transpirasi terhambat. Dampak selanjutnya gampang diduga, zona akar akan kelebihan air dan mengundang penyakit.

Pertengahan musim hujan, dicirikan oleh sinar matahari terhalangi mendung, suhu udara turun, kelembaban udara absolute (Ah) rendah, kelembaban udara relatip (Rh) tinggi, frekwensi hujan tinggi, dan sumber air tanah maupun air permukaan melimpah.

Dampak bagi tanaman antara lain Kelembaban (Rh) tinggi pada suhu yang rendah merupakan kondisi ideal pertumbuhan spora jamur. Tanaman yang tidak sehat atau bagian tanaman yang tua menjadi rentan serangan jamur. Genangan-genangan air pada bagian batang, bonggol, dan daun atau bagian-bagian yang kaya karbohidratcepat atau lambat akan diserang oleh jamur.

Stress Fisiologis Tanaman

Stress air pada tanaman merupakan faktor utama dalam penghambatan produktivitas tanaman. Proses fisiologis selalu berhubungan dengan air. Hilangnya air dari jaringan tanaman dapat berpengaruh pada banyak hal, antara lain berkurangnya tekanan hidrostatik di dalam sel, meningkatnya konsentrasi makro molekul dan larutan dengan berat molekul kecil.

Beberapa aktivitas fisiologis yang dipengaruhi oleh stress air antara lain sebagai berikut:

Pembesaran dan Pembelahan Sel

Proses yang paling sensitif terhadap stress air adalah pertumbuhan sel. Pengaruh utama tampak pada proses fisis. Bila tekanan turgor sel turun akibat stress air, pembesaran sel juga menurun karena kehilangan tekanan di dalam sel. Turgor yang tinggi dalam jaringan kadang-kadang dijumpai pada malam hari dibanding dengan pada siang hari. Ketersediaan air tanah juga berpengaruh pada potensi air di daun dan juga perkembangan atau perluasan daun. Stress air yang berkepanjangan dapat menghambat pembelahan sel meristem. Meskipun ini belum jelas apakah penghambatan tersebut secara langsung atau tidak langsung.

Dinding Sel dan Sintesis Protein

Dinding sel tersusun sebagian besar dari selulosa yang merupakan penggabungan dari molekul glukosa. Sintesis substansi ini tertekan pada kondisi stress air. Dari hasil penelitian dinyatakan bahwa penggabungan asam amino ke dalam bentuk protein juga dihambat akibat terjadinya stress air, tetapi belum jelas bagaimana stress air berpengaruh terhadap sintesis protein.

Enzim

Faktor kekurangan air berpengaruh langsung terhadap konsentrasi enzim. Pada kondisi stress yang sedang, kandungan beberapa enzim meningkat, misal enzim hidrolase dan dehidrogenase. Pada umumnya stress kekurangan air mengakibatkan menurunnya kadar enzim, terutama nitrat reduktase. Stress air berpengaruh pada turgor, apakah kemudian tekanan turgor juga berpengaruh terhadap enzim yang berada di plasma membran, masih menimbulkan pertanyaan, mungkin aktivitas ATPase membran dikendalikan oleh besarnya turgor, yang juga dinyatakan bahwa potensial memberan tergantung pada turgor. Diduga bahwa perubahan potensial memberan dimaksudkan agar jaringan tanaman dapat mengendalikan reaksi fisiologis, misal penyerapan

bahan-bahan terlarut. Hubungan antara penyerapan sukrosa dan turgor telah disebutkan di depan. Hal yang serupa dijumpai pada hubungan antara turgor dan penyerapan K^+ pada ganggang *Velonia sp*, penyerapan K+ meningkat bila turgor sel menurun dan sebaliknya. Dengan demikian nampak bahwa tekanan turgor memiliki fungsi ganda dalam proses pertumbuhan. Tekanan turgor dibutuhkan untuk menekan dinding memberan sel untuk memberi fasilitas pemecah ikatan kimia dan tahap berikutnya mengendalikan bahan-bahan terlarut yang dibutuhkan untuk pertumbuhan.

Air Membatasi Pertumbuhan

Jumlahnya terlalu banyak akan menimbulkan genangan, dan sering menimbulkan cekaman aerasi. Jumlahnya terlalu sedikit, sering menimbulkan cekaman kekeringan. Jadi diperlukan upaya pengaturan kadar air tanah supaya optimum, melalui pembuatan saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan, maupun saluran irigasi untuk mencegah cekaman kekeringan. Air hujan dan irigasi masuk ke dalam tanah melalui infiltrasi, mengisi pori mikro tanah, tertahan sebagai kadar air tanah.

Status air tanah tergantung pada tekstur dan struktur tanah. Tanah lempung menyimpan air lebih banyak daripada tanah pasir, kekeringan di tanah lempung terjadi lebih lambat.

Kapasitas lapangan

Seluruh pori-pori mikro tanah terisi air. Kapasitas lapangan merupakan batas atas air tersedia bagi tanaman. Jika diukur berdasarkan kandungan lengas setelah tanah jenuh dibiarkan bebas terdrainasi selama 2–3 hari.

Genangan

Genangan adalah kondisi air tanah di atas kapasitas lapangan. Genangan menimbulkan dampak yang buruk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Dampak genangan adalah menurunkan pertukaran gas antara tanah dan udara yang mengakibatkan menurunnya ketersediaan O_2 bagi akar, menghambat pasokan O_2 bagi akar dan mikroorganisme dan mendorong udara keluar dari pori-pori tanah. Juga menghambat laju difusi. Pada kondisi genangan, < 10% volume pori yang berisi udara. Sebagian besar tanaman pertumbuhan akarnya terhambat bila < 10% volume pori tanah berisi udara dan laju difusi O_2 kurang dari 0.2 ug/cm^2/menit.

Keadaan lingkungan yang kekurangan O_2 disebut hipoksia, dan keadaan lingkungan tanpa O_2 disebut anoksia atau mengalami cekaman aerasi. Kondisi anoksia tercapai pada jangka waktu 6 – 8 jam setelah genangan, karena O_2 terdesak oleh air dan sisa O_2 dimanfaatkan oleh mikroorganisme. Pada kondisi tergenang, kandungan O_2 yang tersisa di tanah lebih cepat habis bila ada tanaman. Laju difusi O_2 di tanah basah 200.00 kali lebih lambat dibandingkan di udara. Laju penurunan O_2 dipengaruhi oleh tekstur tanah. Pada tanah berpasir, kehabisan O_2 terjadi pada 3 hari setelah tergenang, sedangkan pada tanah bertekstur lempung terjadi < 1 hari, porositas tanah lempung lebih rendah daripada berpasir. Penurunan O_2 dipercepat oleh keberadaan tanaman di lahan, akar tanaman menyerap untuk respirasi. Genangan selain menimbulkan penurunan difusi O_2 masuk ke pori tanah juga akan menghambat difusi gas lainnya, misal keluarnya CO_2 dari pori tanah. CO_2 terakumulasi di pori tanah, pada tanah yang baru saja tergenang 50% gas terlarut adalah CO_2, sebagian tanaman tidak mampu menahan keadaan tersebut. Dampak kelebihan konsentrasi CO_2 mempunyai pengaruh lebih kecil dibandingkan defisiensi O_2.

Genangan mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Struktur tanah rusak, daya rekat agregat lemah, penurunan potensial redoks, peningkatan pH

tanah masam, penurunan pH tanah basa, perubahan daya hantar dan kekuatan ion, perubahan keseimbangan hara. Tanaman yang tergenang menunjukkan gejala klorosis khas kekurangan unsur hara N. Kekurangan unsur N terjadi karena penurunan ketersediaan N maupun penurunan penyerapannya. Pada kondisi tergenang ketersediaan N dalam bentuk nitrat sangat rendah karena proses denitrifikasi, nitrat diubah menjadi N_2, NO, N_2O, atau NO_2 yang menguap ke udara. Pada proses denitrifikasi, nitrat digunakan oleh bakteri aerob sebagai penerima elektron dalam proses respirasi

Genangan juga berdampak negatif terhadap ketersediaan N, tetapi ada pula keuntungan dari timbulnya genangan yaitu peningkatan ketersediaan P, K, Ca, Si, Fe, S, MO, Ni, Zn, Pb, CO. Genangan berpengaruh terhadap proses fisiologis dan biokimiawi antara lain respirasi, permeabilitas akar, penyerapan air dan hara, penyematan N. Genangan menyebabkan kematian akar di kedalaman tertentu dan hal ini akan memacu pembentukan akar adventif pada bagian di dekat permukaan tanah pada tanaman yang tahan genangan. Kematian akar menjadi penyebab kekurangan unsur hara N dan cekaman kekeringan fisiologis. Fungsi bintil akar terganggu karena terhambatnya aktifitas enzim nitrogenase dan pigmen leg-haemoglobin, kemampuan fiksasi N2 akan menurun.

Tanaman kedelai termasuk tanaman yang tahan genangan, mampu membentuk akar adventif dan bintil akar pada akar tersebut, efek genangan akan hilang begitu akar adventif terbentuk.

Pengaruh genangan pada tajuk tanaman, penurunan pertumbuhan, klorosis, pemacuan penuaan, epinasti, pengguguran daun, pembentukan lentisel, penurunan akumulasi bahan kering, pembentukan aerenkim di batang. Besarnya kerusakan tanaman sebagai dampak genangan tergantung pada fase pertumbuhan tanaman. Fase–fase tanaman yang peka terhadap genangan adalah, (1) fase perkecambahan, (2) fase pembungaan, dan (3) pengisian. Genangan pada fase perkecambahan menurunkan jumlah biji yang

berkecambah karena perkecambahan sangat memerlukan O_2. Genangan yang terjadi pada fase pembungaan dan pengisian menyebabkan banyak bunga dan buah muda gugur.

Kekeringan

Stres tanaman karena kekeringan menimbulkan cekaman bagi tanaman yang tidak tahan terhadap kekeringan. Kekeringan terjadi jika kadar air tanah lebih rendah dari titik layu tetap. Kondisi di atas timbul karena tidak adanya tambahan kadar air baik dari air hujan maupun irigasi, sementara evapotranspirasi tetap berlangsung terus.

Cekaman kekeringan dapat dibagi ke dalam tiga kelompok yaitu, (1) cekaman ringan, (2) sedang dan (3) berat.

Cekaman ringan terjadi jika potensial air daun menurun 0.1 mpa atau kandungan air nisbi menurun 8 – 10 %. Cekaman sedang, terjadi jika potensial air daun menurun 1.2 s/d 1.5 mpa atau kandungan air nisbi menurun 10 – 20 %. Cekaman berat, terjadi jika potensial air daun menurun >1.5 mpa atau kandungan air nisbi menurun > 20%.

Apabila tanaman kehilangan lebih dari separoh air jaringannya dapat dikatakan bahwa tanaman mengalami kekeringan. Pertumbuhan dan hasil tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh cekaman kekeringan, tetapi merupakan hasil integrasi dari semua pengaruh cekaman pada proses fotosintesis, respirasi, metabolisme pertumbuhan, dan reproduksi. Proses fisiologis untuk mengetahui dampak kekeringan yang dapat diukur adalah tekanan turgor, bukaan stomata, laju metabolisme, kerusakan enzim, dan kerapatan akar. Faktor yang mempengaruhi penurunan pertumbuhan secara langsung bukan potensial air, tetapi potensial osmotik atau tekanan turgor.

Tekanan turgor sel tanaman akan mempengaruhi aktivitas fisiologis antara lain pengembangan daun, bukaan stomata, fotosintesis, dan pertumbuhan akar.

Pada tanaman yang tahan cekaman kekeringan, tekanan turgor daun tetap dipertahankan meskipun kandungan lengas tanah maupun air jaringan menurun. Hal ini terjadi melalui penurunan potensial osmotik daun yang disebut penyesuaian osmotik. Penyesuaian osmotik dapat dilakukan melalui akumulasi atau sintesis zat terlarut yang menurunkan potensial solut dan mempertahankan turgor sel. Zat yang sering dihasilkan tanaman untuk penyesuaian osmotik pada tanaman yang tahan cekaman kekeringan adalah senyawa prolin yang terakumulasi di jaringan daun. Kandungan prolin pada daun yang mengalami cekaman kekeringan 10 – 100 kali lipat dibandingkan tanaman yang kecukupan air. Pada tanaman yang mengalami cekaman, prolin merupakan komponen asam amino terbesar dalam jaringan (30% dari total nitrogen terlarut). Peranan prolinadalah sebagai penampung nitrogen dari berbagai senyawa nitrogen yang berasal dari kerusakan protein, sebagai senyawa pelindung untuk mengurangi pengaruh kerusakan cekaman air di sel. Begitu tanaman terlepas dari cekaman air, senyawa prolin akan segera terdegradasi menjadi glutamat. Cekaman air mampu menurunkan lab sampai 50%, terutama terjadi karena penurunan laju fotosintesis.

Kekurangan air (*water deficit*) akan mengganggu keseimbangan kimiawi dalam tanaman yang berakibat berkurangnya hasil fotosintesis atau semua proses-proses fisiologis berjalan tidak normal. Apabila keadaan ini berjalan terus, maka akibat yang terlihat, misalnya tanaman kerdil, layu, produksi rendah, kualitas turun dan sebagainya.

Selama siklus hidup tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen selalu membutuhkan air. Tidak satupun proses kehidupan tanaman yang dapat bebas dari air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi kedua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan.

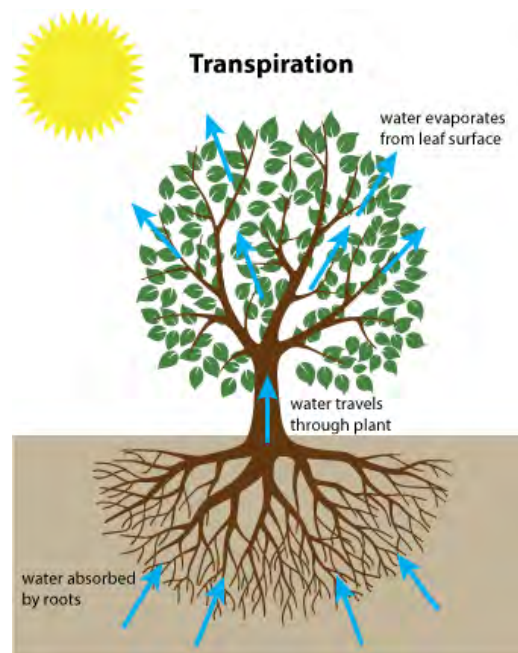
Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui tanah dengan jalan penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap, oleh akar tanaman sangat tergantung pada kadar air dalam tanah ditentukan oleh pF (Kemampuan partikel tanah memegang air), dan kemampuan akar untuk menyerapnya.

Transpirasi Tanaman

Transpirasi dapat dikatakan proses kehilangan air dalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan melalui stomata kemungkinan kehilangan air dari jaringan tanaman melalui kegiatan tanamn yang dapat terjadi, tetapi porsi kehilangan tersebut sangat kecil dibandingkan dengan yang oleh stomata oleh sebab itu dalam perhitunganya besarnya jumlah air yang hilang dari jaringan tanaman umumnya difokuskan untuk air yang hilang melalui stomata. Proses transpirasi berlangsung selama tumbuhan hidup.

Kegiatan transpirasi dipengaruhi oleh banyak faktor baik faktor dalam maupun faktor luar. Yang terhitung sebagai faktor dalam adalah besar kecilnya daun, tebal tipisnya daun, berlapis lilin atau tidaknya stomata. Hal-hal ini mempengaruhi kegiatan trasnpirasi pada tumbuhan.

Faktor-faktor internal yang mempengaruhi laju transpirasi antara lain adalah:

1. Stomata. Jumlah stomata per satuan luas, letak stomata (permukaan bawah atau atas daun, timbul/tenggelam), waktu bukaan stomata.
2. Daun berbulu atau tidak, warna daun (kandungan klorofil daun), posisinya menghadap matahari secara langsung atau tidak.
3. Kelembaban udara sekitar
4. Suhu udara

Gambar 122. Gambar proses transpirasi Pada Tanaman

Jika tidak ada tanaman, kisaran penguapan yang berasal dari permukaan daratan setelah turun hujan akan berkurang secara drastis hingga nilai yang sangat rendah. Tanaman meningkatkan kisaran penguapan melalui transpirasi. Dalam proses transpirasi, air diangkut dari tanah melalui akar-akar tanaman menuju daun dengan aksi osmosis dan kapilar. Air menguap dari permukaan dedaunan dan menyebabkan kabut di udara. Dikarenakan ukuran-ukuran hidrologis, fenomena ini seringkali dikesampingkan dan disamakan dengan penguapan dikarenakan kedua proses ini sangat sulit dibedakan dengan menggunakan teknik pengamatan sederhana terhadap wilayah daratan yang berbeda-beda karakteristiknya. Proses menyeluruh pelepasan uap air ke udara dari permukaan daratan oleh proses evaporasi dan transpirasi diistilahkan evapotrasnpirasi.

Namun pada tanaman yang tinggi, yang paling berperan penting adalah tarikan transpirasi. Dalam proses ini, ketika air menguap dari sel mesofil, maka cairan

dalam sel mesofil akan menjadi semakin jenuh. Sel-sel ini akan menarik air melalui osmosis dari sel-sel yang berada lebih dalam di daun. Sel-sel ini pada akhirnya akan menarik air yang diperlukan dari jaringan xylem yang merupakan kolom berkelanjutan dari akar ke daun. Oleh karena itu, air kemudian dapat terus dibawa dari akar ke daun melawan arah gaya gravitasi, sehingga proses ini terus menerus berlanjut. Proses penguapan air dari sel mesofil daun biasa kita sebut dengan proses transpirasi. Oleh itu, pengambilan air dengan cara ini biasa kita sebut dengan proses tarikan transpirasi dan selama akar terus menerus menyerap air dari dalam tanah dan transpirasi terus terjadi, air akan terus dapat diangkut ke bagian atas sebuah tanaman

Proses transpirasi ini selain mengakibatkan penarikan air melawan gaya gravitasi bumi, juga dapat mendinginkan tanaman yang terus menerus berada di bawah sinar matahari. Tanaman tidak akan mudah mati karena terbakar oleh teriknya panas matahari karena melalui proses transpirasi, terjadi penguapan air dan penguapan akan membantu menurunkan suhu tanaman. Selain itu, melalui proses transpirasi, tanaman juga akan terus mendapatkan air yang cukup untuk melakukan fotosintesis agar keberlangsungan hidup tanaman dapat terus terjamin.

Angin dapat pula mempengaruhi laju transpirasi jika udara melewati permukaan daun tersebut lebih kering dari udara tumbuhan di sekitarnya.

Transpirasi menguntungkan tanaman, dengan beberapa alasan yaitu:

(1) Mempengaruhi absorbsi air dan mineral oleh akar.
(2) Berperan penting dalam transportasi zat hara dari suatu bagian tanaman ke bagian tanaman lainya.
(3) Mempengaruhi evaporasi dalam sejumlah air.
(4) Memepertahankan kesetabilan suhu daun.
(5) Pengangkutan air ke daun dan difusi air antar sel.
(6) Penyerapan dan pengangkutan air, hara.
(7) Pengangkutan asimilat

(8) Membuang kelebihan air.
(9) Pengaturan bukaan stomata.

Di samping hal yang telah dipaparkan diatas adapun dampak negatif dari proses transpirasi yakni ,

- Transpirasi dapat membahayakan tanaman jika air tanah terbatas, penyerapan air tidak mampu mengimbangi laju transpirasi, tegangan sel turun, tanaman layu sementara, layu permanent, mati, hasil tanaman menurun
- Jika sering terjadi kekeringan , perlu irigasi, meningkatkan air tanah, pada kisaran layu tetap – kapasitas lapangan.

3. Tugas

Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman

Tugas ini bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada kegiatan pembelajaran 12 tentang Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman. Amati Kondisi Lingkungan Pertanaman yang ada di sekitar lingkungan sekolah atau tempat tinggal Anda. Pelajari dan jelaskan tentang Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman yang Anda amati.

Setelah didapatkan berbagai informasi tentang Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman, buat rangkuman dan laporan atau bisa dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang ada pada buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Praktik berikut

Lembar Kerja Praktik 1

Hubungan Irigasi dan Produksi Tanaman

Pendahuluan

Keberhasilan produksi tanaman sangat tergantung pada kecukupan air yang diperoleh tanaman. Tanaman yang memperoleh air yang cukup, maka pertumbuhannya akan baik, dan sebaliknya tanaman yang kekurangan air, biasanya pertumbuhannya akan terhambat dan akhirnya produksi akan menurun.

Tujuan

Praktik ini bertujuan agar peserta didik mampu menganalisis hubungan antara air irigasi atau pemberian air terhadap produksi tanaman, bila disediakan fasilitas dilengkapi dengan alat dan bahan yang digunakan.

Alat dan Bahan

- Lahan atau green house.
- Sumber air.
- Polybag.
- Benih Jagung.
- Cangkul.
- Media tanah untuk penanaman.
- Buku catatan.

Keselamatan Kerja

a. Perhatikan faktor-faktor keselamatan kerja
b. Hindarkan hal-hal yang dapat mencelakakan diri Anda
c. Pergunakan alat dan bahan dengan benar

Cara kerja

1. Siapkan 3 set polybag, isi dengan media tanah secukupnya. Polybag pertama untuk tanaman yang cukup air, Polybag kedua untuk tanaman yang kekurangan air dan Polybag ketiga untuk tanaman yang kelebihan air, maka bagian bawah polybag jangan dibolongi.
2. Beri tanda masing-masing polybag dengan tulisan sesuai dengan untuk penanda.
3. Beri air secukupnya media pada polybag, sehingga cukup untuk menumbuhkan benih jagung.
4. Tanam benih jagung pada masing-masing polybag dan biarkan berkecambah.
5. Pelihara ketiga tanaman sebaik-baiknya, sesuai dengan perlakuan yang diinginkan.
6. Setelah benih berumur satu minggu, beri perlakukan untuk masing-masing tanaman pada polybag tersebut sebagai berikut : (1) Polybag pertama penyiraman dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman yaitu cukup, (2) Polybag kedua diberi air dalam keadaan kekurangan atau beri air hanya sedikit saja, (3) Polybag ketiga beri air berlebihan sehingga media tergenang.
7. Amati pertumbuhan ketiga jenis tanaman tersebut, setiap hari dan catat.
8. Lakukan pemeliharaan sampai ketiga jenis tanaman tersebut panen.
9. Bandingkan pertumbuhan dan panen ke tiga jenis tanaman tersebut.
10. Buat laporan hasil praktik Anda dan presentasikan di depan kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

5. Tes Formatif

a. Mengapa air merupakan sumber kehidupan, jelaskan!
b. Apa peranan air dalam tanaman ?
c. Apa akibatnya jika tanaman tidak mendapatkan air yang cukup ? Jelaskan.

Kunci Jawaban Tes Formatif

a. Air merupakan sumber kehidupan, karena tanpa air biasanya tanaman tidak akan dapat tumbuh. Tanaman yang tumbuh dalam kondisi kekurangan air, biasanya akan tumbuh merana dan tidak menghasilkan produksi dengan baik.
b. Peranan air dalam tanaman antara lain, (1) terlibat langsung dalam proses fotosintesa, (2) air merupakan bahan pelarut dari garam-garam, gas-gas dan material-material yang bergerak ke dalam tubuh tanaman, (3) air menjamin menjamin turgiditas tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh tegak, (4) air sebagai pemacu pertumbuhan sel, (5) air mempertahankan stabilitas bentuk daun, (6) air berfungsi dalam proses membuka dan menutupnya stomata, (7) air menjaga kelangsungan gerak struktur tumbuh-tumbuhan.
c. Jika suatu tanaman kekurangan air, maka aktifitas fisiologis maupun morfologis akan terganggu, sehingga pertumbuhan tanaman akan tergangggu, dan dalam kondisi yang ekstrem mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Defisiensi air yang terus-menerus akan menyebabkan perubahan yang tidak dapat balik, dan pada gilirannya tanaman akan mati.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Pembelajaran 12 tentang Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman, penilaian dilakukan terhadap komponen berikut, yaitu penilaian sikap, penilaian pengetahuan dan penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari Penilaian Sikap Spiritual dan Sikap Sosial (Teliti).

Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4
Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor perolehan}}{\text{skor tertinggi}} \text{ x } 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)
Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)
Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)
Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………………………………………………

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran				
2	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3	Mengucapkan syukur ketika berhasil dan selesai mengerjakan sesuatu.				
4	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………..

No.	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari penilaian tugas dan penilaian tes tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1)	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2)	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3)	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4)	Presentasi	Tidak baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Tanggal Pengamatan : ....

Materi Pokok : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Skor						

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Catatan :

Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah 3 x 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 x 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Jelaskan secara rinci peranan air dalam tumbuhan !	Peranan air dalam tumbuhan adalah, (1) merupakan 90 – 95% penyusun tubuh tanaman, (2) aktivator enzim, (3) pereaksi dalam reaksi hidrolisis, (4) sumber H dalam fotosintesis, (5) penghasil O_2 dalam fotosintesis, (6) pelarut dan pembawa berbagai senyawa, (7) menjaga turgor sel yang penting untuk pembelahan, pembesaran, per-panjangan sel, (8) mengatur pembukaan stomata, gerakan daun dan bunga, (9) pemacu proses respirasi, (10) mengatur keluar masuknya zat terlarut ke dan dari sel, (11) mendukung tegaknya tanaman, (12) agen penyebaran benih tanaman, (13) mempertahankan suhu tanaman tetap konstan pada saat cahaya penuh.	20
2.	Apa yang dimaksud dengan air gravitasi ?	Air gravitasi adalah air yang berada pada pori-pori makro tanah. Air ini diikat sangat lemah oleh partikel tanah, dan cepat turun ke lapisan yang lebih dalam, tidak dapat dimanfaatkan tanaman. Jenis air ini terbuang dari dalam tanah, karena pengaruh gravitasi.	15
3.	Apa yang dimaksud dengan air higroskopis ?	Air higroskopis adalah jenis air yang menempati posisi sangat	15

		dekat dengan partikel tanah, diikat sangat kuat, sehingga akar tidak mampu memutus ikatan tersebut. Air higroskopis tidak dapat diserap akar tanaman	
4.	Apa yang dimaksud dengan air kapiler ?	Air kapiler adalah jenis air yang terikat pada pori-pori mikro tanah, melapisi butiran tanah, diikat longgar oleh partikel tanah. Air ini dapat dilepaskan oleh tanah dan diserap oleh perakaran tanaman	15
5.	Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air tanaman !	Faktor-faktor yang mempenga-ruhi kebutuhan air tanaman adalah (1) Jenis, bentuk dan umur tanaman, (2) Lokasi dan kondisi sekitar tanaman, (3) Jenis media tanaman, (4) Besar kecilnya ukuran pot, (5) Musim	15
6.	Jelaskan priode-priode kritis kekurangan air pada tanaman padi.	Priode kritis kekurangan air pada tanaman padi adalah (1) masa pesemaian yaitu masa 10-30 hari sesudah semai atau biasa juga dikenal dengan istilah *juvenile priod*, (b) masa pertumbuhan vegetatif yaitu 0 - 60 hari sesudah tanam, (c) periode reproduktif atau generatif yaitu 50-100 hari sesudah tanam, dan (d) masa pematangan yaitu 100-120 hari sesudah tanam atau biasa dikenal dengan *ripening priod*.	20
		Skor Total	100

III. PENUTUP

Dengan telah selesainya Anda mempelajari seluruh materi dalam buku teks Irigasi dan Drainase -2, berarti anda telah menguasai materi berikut :

1. Sistem Irigasi Permukaan.
2. Sistem Drainase Lahan Pertanian.
3. Pengoperasian Pompa Irigasi.
4. Sistem Irigasi Sprinkler.
5. Sistem Irigasi Tetes.
6. Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman

Tentunya pengetahuan Anda tentang Irigasi dan Drainase tidak hanya seperti yang ada dalam buku ini, banyak lagi informasi dan pengetahuan yang harus Anda gali secara mandiri. Dengan bekal pengetahuan yang sudah Anda pelajari mudah-mudahan dapat Anda terapkan sebagai bemntuk aplikasinya di sekolah Anda.

Untuk menambah khazanah dan pengetahuan Anda silahkan pelajari buku materi-materi yang berkaitan dengan Irigasi dan Drainase dari sumber lain,

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (2007). *Irrigation Water Calculator - to determine the volume of irrigation water required for a specific land use*. (Internet www.irrigation.org, Juni 2008).

Asawa, G.L, (2008). *Irrigation and Water Resources Engineering*. New Age International (P) Limited, Publisher. New Delhi, India.

Asdak Chay (1995). *Hidrologi dan Pengeloaan daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.

Benami, A. dan A. Olfen, 1984. *Irrigation Engineering*. Penerbit Irrigation Engineering Scientific Publication (IESP) Haifa, Israil.

Brouwer, C., K. Prins, M.Kay, and M. Heibloem. 2007. *Irrigation Water Management: Irrigation Methods*. FAO Irrigation Training Manual Number 5 (on-line) http://www.fao.org Comprehensive manual Internet, Maret, 2008)

Burt, C.M. and S.W. Styles. 1999. *Drip and Micro Irrigation for Trees, Vines, and Row Crops* (Internet, www.itrc.org , Maret 2007)

Donahue, Miller dan Shickluma, 1983. *Soil An Introduction To Soil and Plant Growth*. Penerbit Prentice Hall Inc., New Jersey, USA.

Doorenbos J., A.H Kassam, (1979), Yield Respons to Water, FAO, Rome.

Hanafiah, K. A., 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit PT Raja Grafindo Persada Jakarta.

Hanson, B. 1996. *Fertilizing Row Crops with Drip Irrigation* (Internet,

http://www.greenmediaonline.com/ij/1996/1296/1296drip.html.

Juli 2008)

Kartasaputra, A. G., Mul Mulyani Sutedjo, 1994. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbi Bumi Aksara, Jakarta.

Kaslim, D. Kusnadi, Budi Indra Setiawan, Asep Sapei, Prastowo dan Erizal, (2006). Teknik Irigasi dan Drainase. Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Kodoatie, R.J. dan Roestam Sjarief. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.

Laycock, Andrian, (2007). Irrigation System Design, Planning and Construction. CABI Head Office Nosworthy Way Wallingford, Oxfordshire . UK.

Mawardi, Erman, (2010). Desain Hidraulik Bangunan Irigasi. Penerbit Alfabeta Bandung.

Papadopol, C. S., 1990. *Irrigation Rate Calculation for Nursery Crops* (internet, www.irrigation.org. Juni 2007).

Raes, D. , Herman L. , Paul V. A. Matman dan V.B Martin. 1987. Irrigation Schedulling Information Sistem. Katholike Universiteit Leuven .

Sastrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda, (1999), *Hidrologi untuk Pengairan*. Penerbit Erlangga Jakarta.

Savva, Andreas P. and Karen Frenken, (2002). Crop Water Requirements and Irrigation Scheduling. Water Resources Development and Management Officers FAO Sub-Regional Office for East and Southern Africa. Harare.

Shock, C., 2006. *Drip Irrigation: An Introduction*. (Internet, Juni 2008). http://www.cropinfo.net

Soetjipto . 1992 *. Dasar-Dasar Irigasi* . Penerbit Erlangga Jakarta

Suripin, 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Withers B., dan Stanley Vipond, 1985. *Irrigation Practice*. Penerbit Basford Academic and Educational Limited London.